

# **Kuvituksen vaikutus ohjelmoinnin oppimispelien koettuun mielekkyyteen ja opettavaisuuteen**

Henriikka Palva

Pro Gradu -tutkielma

HELSINGIN YLIOPISTO

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Helsinki, 5. kesäkuuta 2017

Tiedekunta — Fakultet — Faculty		Laitos — Institution — Department	
Matemaattis-luonnontieteellinen		Tietojenkäsittelytieteen laitos	
Tekijä — Författare — Author			
Henriikka Palva			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Kuvituksen vaikutus ohjelmoinnin oppimispelien koettuun mielekkyyteen ja opettavaisuuteen			
Oppiaine — Läroämne — Subject			
Tietojenkäsittelytiede			
Työn laji — Arbetets art — Level	Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages	
Pro Gradu -tutkielma	5. kesäkuuta 2017	61	
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
<p>Oppimateriaaliin lisätyt kuvitukset voivat helpottaa oppimista. Kuvitukset auttavat ymmärtämään opetettavaa aihetta ja edesauttavat pitkäkestoista oppimista. Aiheesta opitun tiedon määrän lisääntyessä kuvien tarpeellisuus vähenee.</p> <p>Osa oppijoista haluaa oppimisen olevan helpompaa, mielekkäämpää ja vaivattomampaa. Asioiden opiskelu saatetaan kokea vaivalloiseksi, mikä voi laskea motivaatiota ennen opiskelua tai opiskelun aikana. Motivaatio on tärkeä tekijä oppimisessa. Ilman motivaatiota keskittyminen on vaikeampaa.</p> <p>Kuvitukset ja oppimispelit helpottavat oppimista. Tekemällä oppimisesta mielekkäämpää edesautetaan motivaatiota ja antamalla työkaluja, kuten kuvituksia, helpotetaan oppimista. Pelien sitovuus, hauskuus ja välittömät palkkiot, kuten palaute ja pisteet, vetävät pelaajia puoleensa ja syventävät oppimista, koska ne motivoivat.</p> <p>Tässä tutkielmassa tutkittiin oppimispelien kuvitusten vaikutusta oppimiseen. Tutkielmaa varten toteutettiin ohjelmoinnin oppimispeli. Pelistä tehtiin kaksi versiota, joista toisessa oli ilmeikkäät kuvitukset ja tarina ja toisessa oli neutraalit kuvitukset.</p> <p>Versiot vietiin testattavaksi kolmelle ryhmälle. Ilmeikästä versiota kokeili kaksi ryhmää ja neutraalia versiota kokeili yksi ryhmä. Ryhmät vastasivat kyselykaavakkeisiin ennen ja jälkeen pelaamisen. Kyselykaavakkeilla selvitettiin osallistujien motivaatiotasoa oppia ohjelmoimaan, heidän kokemaansa oppimateriaalin ymmärrystasoa ja heidän kokemaansa pelin mielekkyystasoa.</p> <p>Peli koettiin vaikeaksi ja motivaatio ohjelmoinnin opiskeluun ei kasvanut. Tutkimukseen osallistuvilla oli alhainen motivaatio ohjelmoinnin opiskeluun ennen pelaamista, mikä saattoi vaikuttaa tutkimustuloksiin. Ilmeikkäiden kuvitusten versio kuitenkin koettiin hieman helpompana ja mielekkäämpänä kuin neutraalien kuvitusten versio.</p> <p>ACM Classification:</p> <p>Applied computing: Education: Interactive learning environments</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
oppimispeli, oppiminen, multimedia			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Additional information			

# Sisältö

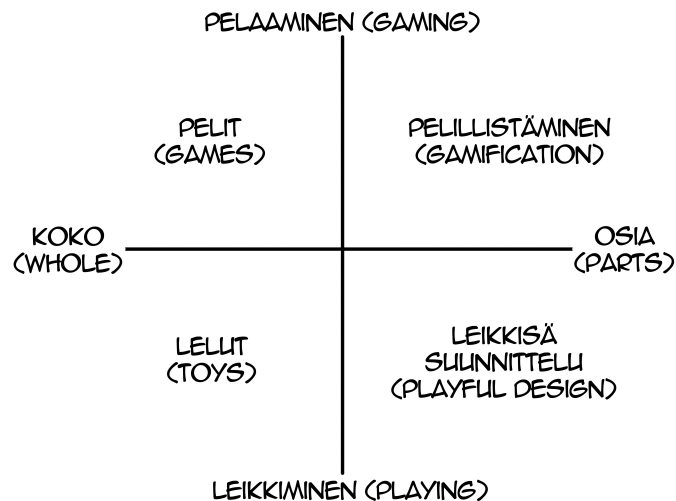
<b>1 Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2 Kuvitusten hyöty oppimisessa</b>	<b>4</b>
2.1 Kuvitukset osana tekstiä . . . . .	4
2.2 Kuvituksien vaikutus oppimisprosessiin . . . . .	6
2.3 Vuorovaikutus kuvituksien ja oppijoiden välillä . . . . .	7
2.4 Taustamuuttujien vaikutus oppimiseen . . . . .	8
2.5 Kuvitusten käyttö ohjelmoinnin opettamisessa . . . . .	10
2.6 Emotionaalinen suunnittelu . . . . .	12
<b>3 Oppimispelit</b>	<b>16</b>
3.1 Oppimispelien suunnittelu . . . . .	16
3.2 Oppimispelien elementtejä . . . . .	18
3.3 Oppimispelien pelaamisen hyödyt . . . . .	21
3.4 Oppimispelien haasteet . . . . .	23
3.5 Ohjelmoinnin oppimisperlejä . . . . .	24
<b>4 Tapaustutkimus: Ohjelmoinnin oppimispeli</b>	<b>26</b>
4.1 Pelin oppimistavoitteet ja tehtävät . . . . .	26
4.2 Tutkimuskysymykset ja -menetelmät . . . . .	32
<b>5 Tapaustutkimuksen tulokset ja analyysi</b>	<b>37</b>
5.1 Asenteet . . . . .	37
5.2 Ajankäyttö . . . . .	40
5.3 Koettu ymmärrys . . . . .	42
5.4 Pienryhmä . . . . .	43
5.5 Tulosten tulkinta . . . . .	46
5.6 Laadulliset muutosehdotukset . . . . .	50
<b>6 Yhteenveto</b>	<b>52</b>



# 1 Johdanto

Tämä Pro Gradu -tutkielma käsittelee ilmeikkäiden kuvituksien merkitystä oppimispeleissä. Tutkielma selvittää oppimispelien kuvituksien vaikutusta oppimiseen ja oppimistuloksiin, ja kartoittaa tämän hetkisen tilan kuvituksista oppimisen apuvälineenä, sekä tämän hetkisen tilan oppimispeleistä. Tutkimuskysymyksenä on: Miten ilmeikkäät kuvitukset vaikuttavat oppimiseen oppimispeleissä?

Peleihin perustuva oppiminen otettiin esille vuonna 2000, minkä jälkeen oppimiseen keskittyvien pelien kehitys on alkanut [21]. Oppimispelit, lelut, pelillistäminen ja leikkisä suunnittelu ovat keskenään läheisiä termejä. Oppimispelit pystytään erottamaan näistä muista termeistä (kuva 1.1). Erottaminen voidaan tehdä lisäämällä kaksi akselia: 1) itsessään valmiiden asioiden suunnittelu vastaan jo olemassa oleviin asioihin pelillisten tai leikkisien elementtien lisääminen ja 2) pelit vastaan lelut. Koko vastaan osia -akseli kuvaa opetettavan asian toteuttavan koko idean joko peleistä tai leluista tai vain osia niistä [5].



Kuva 1.1: Kaksi ulottuvuutta: leikkiminen/pelaaminen ja osia/koko [6]

Oppimispelien päätarkoitus on opettaa pelaajiansa. Niissä pyritään yhdis-

tämään oppiminen, pelaaminen ja hauskanpito. Oppimispelit hyötyvät pelien tarjoamasta sitovuudesta ja puoleensavetävyydestä. Jos näitä pelien ominaisuuksia ei ylläpidä oppimisleikissä, ne voi kategorisoida opetuksellisina ohjelmina eikä peleinä [10].

Oppimisen helpottamiseksi oppimisleikien lisäksi käytetään pelillistämistä. Pelillistamisessä aktiviteetista tehdään motivoivampaa ja hauskenpaa käyttäen pelielementtejä ja -ominaisuuksia [19], kuten pisteet, tasot, tulokset ja aikarajoitukset. Pelielementit eivät yksinään riitä muuttamaan tylsää kokemusta pelin kaltaiseksi sitovaksi kokemukseksi, mutta ne ovat välttämättömiä pelillistamisessä [19].

Tutkimuskysymykseen “Miten ilmeikkäät kuvitukset vaikuttavat oppimiseen oppimisleikissä” vastataan tapaustutkimuksen avulla. Tutkielmaa varten toteutettiin ohjelmoinnin oppimisleik, jonka avulla tutkitaan ilmeikkäiden kuvitusten vaikutusta ohjelmoinnin oppimiseen. Pelistä on luotu kaksi versiota. Toisessa versiossa on perinteiset neutraalit kuvitukset ja toisessa kuvitukset ovat esittäviä ja ilmeikkäitä. Molemmat versiot annettiin kokeiltaviksi peruskoulun seitsemättä vuotta käyvälle luokalle sekä erilliselle pienryhmälle, joka oli kiinnostunut kokeilemaan peliä. Ennen ja jälkeen kokeilun osallistajat täyttivät kyselykaavakkeet, joissa kartoitettiin heidän kiinnostuksensa ohjelmointiin, heidän kokemansa oppimateriaalin ymmärrys ja heidän mielipiteensä pelistä. Testituloksista tehtiin johtopäätöksiä oppimisleikien kuvitusten vaikutuksesta oppimistuloksiin.

Tämä Pro Gradu tutkielma keskittyy pelaamisen puoleen oppimisen apuna. Pelillistäminen on mahdollinen keino helpottaa oppimista, mutta tutkielma ei keskity siihen. Oppimispelit rajataan videopelisiin, mihin sisällytetään konsolipelit ja tietokonepelit.

Tutkielman rakenne on seuraava. Toisessa luvussa keskitytään kuvituksiin oppimisen apuna sekä kuvituksiin ohjelmoinnin opetuksessa. Kolmannessa luvussa esitellään oppimisleikjä yleisesti, niiden piirteitä, suunnittelua,

hyötyjä ja haasteita. Neljännessä luvussa kerrotaan tutkielmaa varten kehitetystä ohjelmoinnin oppimispelistä ja viidennessä luvussa käydään läpi tapaustutkimuksen tulokset ja johtopäätökset.

## 2 Kuvitusten hyöty oppimisessa

Tässä luvussa tutustutaan tutkimuksiin, jotka käsittelevät kuvituksien merkitystä oppimisessa. Aliluku 2.1 kertoo kuvituksista tekstin ohella ja kuvituksien tehokkuuteen vaikuttavista tekijöistä. Aliluvussa 2.2 selitetään kuvituksien vaikutusta oppimisprosessiin. Oppijoiden ja kuvituksien välistä vuorovaikutuksesta kerrotaan aliluvussa 2.3. Aliluku 2.4 käsittelee oppijoiden aiheesta aiemman tietämyksen vaikutusta oppimiseen kuvitetussa oppimateriaalissa. Aliluku 2.5 kuvaa muuttujien mahdollista kuvitusta ohjelmoinnin oppimateriaaleissa, ja aliluvussa 2.6 esitellään tunteisiin vaikuttavien (emotionaalisten) kuvituksien suunnittelua.

### 2.1 Kuvitukset osana tekstiä

Ihmisten oppimisesta tekstistä on tehty tutkimuksia, joista yhdessä osallistujat muistivat kokeessa alle 25 prosenttia oppimateriaalista [24] (s.431). Osa ihmisistä ei opi paljoa pelkästä tekstistä, joka sisältää kuvauksen asioiden toiminnallisuudesta. Oppijat eivät aina kykene muodostamaan päässään oleellisia mentaalisia malleja opeteltavasta aiheesta, jos oppimateriaali on pelkkää tekstiä. Voidaan miettiä auttaako kuvituksien lisääminen tekstiin ihmisiä oppimaan paremmin kuin esittämällä teksti yksinään.

Multimediaperiaatteen mukaan ihmiset oppivat paremmin tekstiä ja kuvituksia sisältävästä oppimateriaalista kuin pelkkää tekstiä sisältävästä oppimateriaalista [24] (s.432). Tekstin rinnalle on mahdollista lisätä monimutkaisia kuvituksia, kuten animaatioita, videoita, kuvia ja valokuvia, tietokonepohjaisten kuvituksien edistymisen takia.

Kuvitukset voivat olla realistisia, dynaamisia ja vuorovaikutuksellisia, ja niiden ulottuvuudet ja ulosantivälineet voivat vaihdella [24] (s.428). Kuvitukset voivat vaihdella realistisista kuvituksista, kuten valokuvat tai videot, epärealistisempiin kuvituksiin, kuten piirroksiset ja animaatiot. Kuvitukset voivat olla staattisia, kuten valokuvat ja piirroksiset tai dynaamisia, kuten



videot ja animaatiot. Kuvitukset voivat olla vuorovaikutuksettomia tai vuorovaikutteisia, kuten tahditettavat kuvasarjat, tai oppijat voivat pysäyttää animaation ja käynnistää sen uudelleen. Kuvitukset voivat olla kaksi- tai kolmiulotteisia. Kuvitukset voivat olla spatiaalisia esityksiä, kuten kaaviot, taulukot tai kartat. Kuvitukset voidaan esittää paperilla tai digitaalisena.

Kuvitukset tekstin rinnalla tehostavat oppimista, kun oppijoiden ei tarvitse muodostaa kuvallista esitystä mielessään opeteltavasta aiheesta. Kuvituksien tehokkuuteen oppimisessa vaikuttaa spatiaalinen kontaktiperiaate, johdonmukaisuusperiaate ja merkintantoperiaate.

Spatiaalisen kontaktiperiaatteen (the spatial contiguity principle) mukaan ihmiset oppivat paremmin oppimateriaaleista, kun teksti on sijoitettu lähelle sitä vastaavia kuvituksia [24] (s.437). Oppijoiden ei tarvitse käyttää ylimääräistä aikaa sivujen tai näyttöruutujen tutkimiseen, kun toisiinsa liittyvät tekstit ja kuvitukset on sijoitettu lähelle toisiaan.

Johdonmukaisuusperiaatteen (the coherence principle) mukaan ihmiset oppivat paremmin oppimateriaaleista, joissa on vain asiaankuuluvia kuvituksia ja tekstiä [24] (s.435). Houkuttelevat yksityiskohdat herättävät kiinnostusta, mutta ovat turhaa tietoa. Esimerkiksi oppituntiin ukkosmyrskyjen kehittymisestä on turhaa lisätä kuvausta salaman iskusta saaneista lentokoneista tai ihmisistä. Samalla tavoin kuvallisesti houkuttelevat yksityiskohdat ovat turhia. Oppimista ei edistä kuvituksien ja videoiden sirottelu miten sattuu oppimateriaaliin.

Merkinantoperiaatteen (the signaling principle) mukaan ihmiset oppivat paremmin oppimateriaaleista, kun oleelliset sanat on korostettu [24] (s.436). Reunojen, otsikoiden ja graafisien järjestäjien lisääminen ovat suosittuja merkinantotapoja. Merkinannoilla oppijat voivat mahdollisesti yhdistää paremmin oleellisen verbaalisen materiaalin vastaaviin kuvituksiin. Merkinannon tehokkuus voi riippua esityksen monimutkaisuudesta ja merkinannon harkitusta käytöstä.

## 2.2 Kuvituksien vaikutus oppimisprosessiin

Oppiessa käsitellään tietoa, mikä tapahtuu kognitiivisilla prosesseilla. Oleellisiin kognitiivisiin prosesseihin aivoissa kuuluu kuvallinen kanava (pictorial channel), joka käsittelee kuvalliset esitykset, verbaalinen kanava (verbal channel), joka käsittelee äänelliset esitykset, sensorimuisti (sensory memory), työmuisti (working memory) ja säilömuisti (long-term memory) [24] (s.434). Kuvallinen kanava käsittelee kuvat ja kuvalliset esitykset. Verbaalinen kanava käsittelee sanat ja sanalliset esitykset. Sensorimuistissa on rajaton kapasiteetti ja siellä hyvin lyhyen ajan säilytetään saapuvat äänet ja kuvat sensorimuodossa. Työmuistissa on rajoitettu kapasiteetti ja siellä lyhytaikaisesti säilytetään ja manipuloidaan valittuja verbaalisia ja kuvallisia esityksiä. Säilömuistissa on rajaton kapasiteetti ja sinne varastoidaan tieto pysyvästi. Kaikki viisi kognitiivista prosessia aktivoituvat, jos ohjeet on suunniteltu hyvin ja sopivat oppijoiden tarpeisiin. Kognitiivisten prosessien aktivoitumisesta seuraa merkityksellinen oppimislopputulos, joka varastoidaan säilömuistiin.

Oppimisen aikana syntyvältä kognitiiviselta prosessoinnilta vaaditaan kolme asiaa: asiaankuulumattoman prosessointia (extraneous processing), oleellisen prosessointia (essential processing) ja produktiivista prosessointia (generative processing) [24] (s.435). Asiaankuulumattoman prosessointi ei tue oppimista ja sen voi laukaista materiaalin huono sommittelu (layout). Jos kuvitusta ja tekstiä ei sijoiteta samalla sivulle, oppijat joutuvat selailemaan edestakaisin sivujen välillä. Sivujen välillä selaaminen tuhlaa kallista kognitiivista prosessointikapasiteettia. Tärkeä ohjeellinen päämäärä on vähentää asiaankuulumattoman prosessointia [24] (s.435).

Oleellisen prosessointia vaaditaan, että pystytään päänsisäisesti luomaan esitys oppimateriaalista [24] (s.435). Sen laukaisee materiaalin vaikeus oppijoille. Oleellisen prosessointi saattaa vaatia liikaa oppijoiden kognitiivisilta järjestelmiltä, vaikka pystyttäisiin eliminoimaan asiaankuulumattoman prosessointi. Tärkeä ohjeellinen päämäärä on hallita oleellisen prosessoin-

tia estämällä kognitiivinen kuormitus. Tarjoamalla materiaalissa kuvitukset vähennetään kognitiivista kuormitusta.

Produktiivinen prosessointi pyrkii ymmärtämään oppimateriaalia ja sen laukaisee oppijoiden motivaatio [24] (s.435). Saatavilla oleva prosessointikapasiteetti ei välttämättä tule oppijoiden käyttöön, vaikka onnistutaan vähentämään asiaankuulumattoman prosessointia ja hallitsemaan oleellisen prosessointia jättäen jäljelle prosessointikapasiteettia. Tärkeä ohjeellinen päämäärä on edistää produktiivista prosessointia. Nämä kolme prosessia vaativat oppijoiden rajoitetulta prosessointikapasiteetilta tilaa, kun oppijat opiskelevat kuvituksista ja teksteistä.

### **2.3 Vuorovaikutus kuvituksien ja oppijoiden välillä**

Sitoumusluokittelun (engagement taxonomy) mukaan oppimistuloksia parantaa oppijoiden ja kuvituksien välinen korkea sitoutuminen eli vuorovaikutus [28]. Sitoumusluokittelu kehitettiin, kun tutkijat etsivät vastauksia sekaviin tuloksiin kuvituksien hyödyllisyydestä opetuksen ja oppimisen apuna perinteisten tapojen sijaan [2]. Haluttiin perustella kuvituksien käyttö opetuksessa. Sitoumusluokittelu kuvaa aktiviteettityyppejä, joita opiskelijat suorittavat kuvituksien kanssa ja niiden vaikutusta oppimiseen. Kuvitukset voivat olla staattisten kuvituksien lisäksi animaatioita. Sitoumusluokittelu koostuu kuudesta tasosta oppijoiden ja kuvituksien välillä: kuvitukseton (no viewing), kuvituksellinen (viewing), vastaava (responding), muuttuva (changing), rakentava (constructing) ja esittävä (presenting). Kuvituksettomassa tasossa ei ole kuvituksia. Kuvituksellisessa tasossa kuvituksia voi vain katsoa. Vastaavassa tasossa kuvituksien lisänä on kuvituksien sisältöön liittyviä kysymyksiä. Muuttuvassa tasossa kuvituksiin on mahdollista tehdä muutoksia. Rakentavassa tasossa voidaan luoda kuvituksia itse. Esittävässä tasossa kuvitukset esitellään muille, jotta saadaan palautetta ja keskustelua aikaan. Kuvituksien sitoumusluokittelun korkeustaso vaikuttaa oppijoiden

oppimistuloksiin, kun heillä ei ole aiempaa tietoa opeteltavasta asiasta [28].

Hundhausenin ja kumppanien mukaan kuvituksien aktiivisempi opetussellinen käyttö johtaa parempiin oppimistuloksiin [28]. He korostavat, että on olemassa lisää tutkimuksia vaativia aihealueita, esimerkiksi selostusten ja tekstillisen sisällön käyttö animaatioissa. Animaatioissa oleelliset luokittelun tasot ovat kuvitukseton (no viewing), kuvituksellinen (viewing) ja rakentava (constructing). Kuvitukseton taso esittää tyypillistä tapausta ilman animaatioiden käyttöä. Kuvituksellisessa tasossa oppijat voivat toistaa (play) animaatioita, muuttaa niiden suuntaa, tahtia ja abstraktion tasoa. Rakentava taso vaatii oppijoita rakentamaan selittäviä animaatioita.

Toteutetussa tutkimuksessa kuvituksellisten ja rakentavien tehtävien käytön vaikutusta opetuksessa verrattiin perinteiseen opetusmetodologiaan [43]. Perinteisessä opetusmetodologiassa ei ollut animaatioita käytössä. Tutkimukseen osallistui 132 vasta aloittanutta opiskelijaa. Tutkimuksessa oli kaksi kokeellista olosuhdetta (treatment conditions) kuvituksellisille ja rakentaville tehtäville ja vastaavasti yksi kontrolliolosuhte perinteisen tavan tehtäville. Jokainen ryhmä suoritti kurssikirjasta valittuja tehtäviä. Tehtävissä yritettiin välttää oppijoiden passiivista asennetta varmistaen kysymyksillä, että he ymmärsivät animaatioiden sisällön. Kuvituksellisen ja rakentavan ryhmän jäsenet suoriutuivat paremmin kuin perinteisen lähestymistavan ryhmän jäsenet. Parhaiten suoriutui kuvituksellinen ryhmä. Rakentava taso on kuvituksellista tasoa korkeammalla sitoumusluokittelussa, mutta kuvituksellisen tason ryhmä suoriutui silti paremmin.

## **2.4 Taustamuuttujien vaikutus oppimiseen**

Yksilöiden erot vaikuttavat tekstien ja kuvituksien yhdistämisen tehokkuuteen [24] (s.433). Oppijoiden aiemmin aiheesta opittu tieto asettaa rajoja multimediaperiaatteelle. Kun kuvituksia lisätään tekstin rinnalle, kokeneiden oppiminen ei helpotu, mutta aloittelijoiden oppiminen helpottuu.

Oppijoiden opiskeltavasta aiheesta aiemmin opitun tiedon määrä vaihtelee oppijoittain. Vähäinen tiedon määrä aiheuttaa vaikeuksia oppijoiden seuloessa olennaista tietoa epäolennaisesta tiedosta oppimateriaalissa [22]. Pidetään hyödyllisenä, että oppijoilla on varhaisempaa tietoa opetettavasta aiheesta.

Valmistelevan periaatteen (the pretraining principle) mukaan ihmiset oppivat paremmin oppimateriaaleista, kun he saavat valmistelemaa opetusta avainkäsitteiden nimistä ja erityispiirteistä [24] (s.438-439). Kun kuvitukset esitetään verbaalisen selityksen rinnalla, ihmiset yhdistävät kuvitukset ja tekstin toisiinsa paremmin, kun he tietävät jo ennestään esityksessä olevien avainkäsitteiden nimiä ja erityispiirteitä.

Mayerin ja Gallinin tutkimuksessa opiskelijoita pyydettiin lukemaan esite ja suorittamaan koe heti sen jälkeen [23]. Esite kertoi jarrujen, pumppujen ja elektronisten generaattoreiden toiminnasta. Kokeesta suoriutuivat paremmin opiskelijat, joilla ei ollut paljoa aikaisempaa tietoa mekaniikasta ja oli materiaalina kuvallinen esite, kuin opiskelijat, joilla oli sama kokemustaso mekaniikasta, mutta pelkkä verbaalinen esite. Opiskelijoilla, joilla oli paljon aikaisempaa tietämystä mekaniikasta, ei näkynyt suurta eroa suorituksessa kuvituksellisen ja kuvituksettoman materiaalin käyttäjien välillä.

Kalyugan, Chandlerin ja Swellerin tutkimuksissa opetettiin opiskelijoille käytännön tekniikan ongelmien ratkaisua [17, 18]. Opetuksessa käytettiin kaavioita ja niiden lisäksi tekstiä ja kerrontaa. Aloittelijat oppivat paremmin tekstistä ja kuvituksista kuin pelkästä tekstistä tai pelkistä kuvituksista. Kun aloittelijoiden tietämys lisääntyi aiheesta, he oppivat huonommin kuvituksista ja tekstistä kuin pelkästä tekstistä tai pelkistä kuvituksista. Kalyuga nimeää tämän mallin asiantuntemuksen käänteisvaikutukseksi (expertise reversal effect). Asiantuntemuksen käänteisvaikutus kertoo aloittelijoita auttavien metodien olevan mahdollisesti tehottomia tai haitallisia kokeneille henkilöille. Kuvituksellisen oppimateriaalien suunnittelijoille hyödylliseksi muuttujaksi voidaan todeta tiettyyn aiheeseen perustuva tietämys.

## 2.5 Kuvitusten käyttö ohjelmoinnin opettamisessa

Ohjelmoinnin opettelu on vaikea aihe tietojenkäsittelytieteen opetussuunnitelmassa [43]. Ohjelmointi vaatii useita taitoja ja menetelmiä, ja opiskelijoiden kiinnostuksen saavuttaminen ohjelmointiin on ollut haaste. Ohjelmoidakseen yhtäkään hyvää ohjelmaa oppijat tarvitsevat vahvan otteen ohjelmoinnin peruskäsitteistä. Ohjelmoinnin opettelusta tekee vaikeaa abstraktit kokonaisuudet, kuten silmukkarakenteet, ja ohjelmien suorituksen olennainen peräkkäinen luonne [22, 33].

Aloittelijoilla on usein ongelmia oppia olio-ohjelmoinnin peruskäsitteitä, mikä saattaa johtaa väärinkäsityksiin, mikä voi johtaa virheellisiin ohjelmointitaitoihin [34]. Olio-ohjelmointi (Object-oriented programming) on ohjelmointia, joka pohjautuu konseptiin ”olioista”, jotka voivat sisältää ominaisuuksia ja funktioita. Ohjelmien visualisoinnin tarkoitus on tehostaa oppimista. Visualisointi pyrkii estämään väärinkäsityksiä, ja kuvituksien ja opeteltavien käsitteiden täytyy olla samalla tasolla. Ohjelmointikielien toteutuksien päälle rakentuvat kuvitukset ja abstraktit merkintätavat saattavat epäonnistua auttamaan aloittelijoita oppimaan ohjelmoinnin peruskäsitteitä [34].

Perinteisesti ohjelmien kuvitus on toteutettu ohjelmointikielien toteutustasolla tai käyttämällä kaavamaisia graafisia merkintätapoja, kuten UML-kaaviot (Unified modeling language) [34]. Ohjelmointi on vaikeaa aloittelijoille ja kumpikaan aiemmin mainituista kuvituksien toteutustavoista ei ole tuttu heille. UML-kaavioiden pohjalta tehdyt animaatiot ovat tuoneet ilmi yhteyksiä objektien ja luokkien välillä olio-ohjelmoinnin kontekstissa ja ovat esittäneet yksittäisen ohjelman suhteet komponenttien välillä.

Nykypäivän visualisointiohjelmissa ei oteta huomioon muuttujien rooleja [33]. Ohjelmoinnissa muuttujilla (variables) tarkoitetaan nimettyjä tai symbolisia tietovarastoja. Niistä voidaan hakea tietoa, ja niihin voidaan kirjoittaa tietoa. Niitä käytetään ohjelmoinnissa tiedon varastointipaikkoi-

na. Muuttujien valmiita esityksiä tarjoavia ohjelmia on olemassa, mutta ne pohjautuvat tekstiin ja yksinkertaisiin geometrisiin muotoihin. Nämä esityksiä tarjoavat ohjelmat toimivat pohjimmiltaan ohjelmointikielitasolla, mikä ei auta oppijoita ymmärtämään muuttujien käyttöä mielekkäiden ohjelmarakenteiden rakentamiseen. Poikkeuksia kuitenkin esiintyy, kuten Scratch. Scratch on visuaalinen ohjelmointikieli, joka on tarkoitettu lapsille ja nuorille. Scratchin verkkosivuilla on verkkoeditori tai sen voi ladata omalle koneellensa.

Roolin kuuluu olla yleinen käsite, joka luonnehtii monia muuttujia useissa ohjelmissa [33]. Sen luonnehtii muuttujan onnistuneiden arvojen sarja ja sen riippuvuus muista muuttujista. Muuttujan käyttötapaa ei luonnehdi roolia. Esimerkki: muuttuja, johon tallennetaan taulukon indeksin arvo sen muuttuessa ja jota käytetään apuna virheiden etsimiseen ja poistamiseen (debug). Toiseen muuttujaan tallennetaan sama sarja arvoja, mutta sitä ei käytetä virheiden etsimistä ja poistamista varten. Sen sijaan muuttujan viimeistä arvoa käytetään myöhemmin aloittamaan uusi sarja arvoja, mutta tällä kertaa takaperin. Nämä kaksi muuttujaa kohtaavat saman sarjan arvoja, ja vaikka niiden käytössä on eroja, niille mielletään sama rooli [33].

Muuttujan roolin kuvitus antaa enemmän tietoa aiheesta kuin muuttujan arvoihin pohjautuva kuvitus [33]. Jotta roolin kuvitusta voidaan käyttää sen roolin muuttujiin, täytyy roolin kuvituksen olla yleinen. Roolin kuvitus selventää peräkkäisten arvojen liittymistä toisiinsa ja muihin muuttujiin. Esimerkiksi vakion kuvitus voi antaa vaikutelman arvosta, jota ei ole helppo vaihtaa.

Tutkimukset ovat näyttäneet visualisoinnin olevan ongelmallista aloittelijoille [29]. Tästä voidaan päätellä oppijoiden tarvitsevan kuvituksia heidän oppimistasonsa mukaan. Roolit on tarkoitettu aloittelijoiden käyttöön, koska ne esittävät ohjelmointitaitoja todella alkeellisella tasolla. Kokeneemmat ohjelmoijat voivat kokea roolien kuvitukset tilaa vievinä ja turhina.

## 2.6 Emotionaalinen suunnittelu

Emotionaalinen suunnittelu on objektien, kuten oppitilanteiden ja -materiaalien, suunnittelua niin että ne vaikuttavat tunteisiin [14]. Se tarkoittaa oppimateriaalien kuvituksien suunnittelua tehostamalla persofinikaation tasoa ja oleellisten elementtien visuaalista vetovoimaa [14]. Yksinkertaiset asiat, kuten aistikas värien käyttö ja tekemällä kuvituksien avainelementeistä ihmismäisiä, voivat vaikuttaa oppijoiden tunteisiin ja heidän oppimisensa tehokkuuteen.

Aikaa oppimiseen ja ihmisten ohjaamaa opetusta on ollut aina rajoitetusti tarjolla. Oppiminen tehostuu emotionaalisen suunnittelun vaikutuksesta, kun käytetään ilmeikkäitä ihmismäisiä värillisiä kuvituksia. Olio-ohjelmoinnin perusteissa kuvitukset voivat esimerkiksi kuvastaa avainvuorovaikutuksia olioiden välillä ohjelmissa [14]. Pieni määrä tuoreita tutkimuksia tukee oppimisen tehostumista, kun oppimateriaalien kuvituksien muotoilu (design) miellyttää oppijoita.

Emotionaalisessa suunnittelussa oppitilanteiden kuvitukset on suunniteltu korostamaan opetuksellisia kriittisiä elementtejä ja niiden ulkomuoto valitaan viehättämään oppijoiden tunteita joko tietoisesti tai alitajuntaisesti. Oppitilannetta ei voi koristella pelkästään kiinnostavilla kuvituksilla, koska kaikki kuvallinen visualisointi ei ole tehokasta [24] (s.435), kuten johdonmukaisuusperiaate sanoo. Pelkästään kiinnostavat kuvitukset vievät oppijoiden huomion pois opeteltavasta asiasta.

Emotionaalisesta suunnittelusta on hypoteesi, että se edistää motivaatiota, mikä edistää produktiivista prosessointia [14]. Korostamalla avainkäsitteet väreillä ja persofinikaatiolla voidaan vetää oppijoiden huomio pois häiriötekijöistä ja kohdistaa se avainkäsitteisiin. Tämä vähentää asiaankuulumattoman prosessointia.

Vuonna 2012 Umi ynnä muut tutkivat emotionaalista suunnittelua aikuisille suunnattussa tietokonepohjaisessa oppitunnissa ihmisten immuunijärjestelmästä [9]. Kokeellisessa ryhmässä (treatment group) avainelementeille,



kuten soluille, annettiin värikkäät ja ilmeikkäät kasvot. Kontrolliryhmän oppitunnin materiaalin kuvitukset olivat persoonattomia harmaita kaavioita. Kokeellisessa ryhmässä olevat opiskelijat saivat paremmat pisteet oppituntia seuranneissa kokeissa.

Saman tutkijaryhmän järjestämissä kahdessa jatkotutkimuksessa emotionaalisen suunnittelun olosuhteissa olevat oppijat suoriutuivat vertailukokeissa paremmin kuin kontrolliryhmä [9]. Emotionaalisen suunnittelun ryhmä suoriutui paremmin siirron testauksessa (transfer test) toisessa jatkotutkimuksesta. Siirrolla tarkoitetaan yhdessä tilanteessa opittujen asioiden soveltamista toiseen asiaan. Toisessa jatkotutkimuksessa emotionaalisen suunnittelun olosuhteissa olevat hahmottivat heikommin opeteltavat asiat. Tämän tutkimuksen mukaan emotionaalinen suunnittelu ei lisännyt asiaankuulumattoman prosessointia eikä sillä ollut negatiivista vaikutusta oppimissuoritukseen.

Mayer ja Estrella ovat tukeneet tutkimuksillaan emotionaalisen suunnittelun vaikutusta [32]. He suunnittelivat oppitunnin viruksien aiheuttamasta nuhasta. Emotionaalisen suunnittelun ryhmä sai materiaalin, jossa oli värikkäät kuvitukset viruksista. Kontrolliryhmä sai saman materiaalin abstrakteilla asiallisilla kuvituksilla. Oppimateriaaleja käytettiin kahteen tutkimukseen. Toisessa tutkimuksessa oli ulkoisesti säädetty aikaraja ja toisessa opiskelun pystyi tahdittamaan. Vertailukokeissa kokeellinen ryhmä suoriutui selkeästi paremmin kuin kontrolliryhmä. Siirtovaikutuksen testeissä kontrolliryhmä suoriutui paremmin kuin kokeellinen ryhmä. Molemmissa tutkimuksissa kontrolliryhmät kokivat kokeet vaikeammiksi kuin emotionaalisen suunnittelun ryhmät. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkittäviä. Ajankäytön määrässä ei näkynyt eroja ryhmillä, joiden ajankäyttöä ei oltu rajoitettu. Opiskelu-aika ei korreloinut merkittävästi jälkikokeiden (post-test) tuloksissa.

Emotionaalisen suunnittelun soveltuvuudesta ohjelmoinnin oppimateriaaleihin on tehty tutkimus [14]. Tutkimuksessa selvitettiin emotionaalisen suunnittelun vaikutusta olio-ohjelmoinnin oppimiseen käyttäen staattisia op-

pimateriaaleja. Tutkimukseen osallistui 150 tietojenkäsittelytieteen opintonsa aloittanutta opiskelijaa Helsingin yliopistolla. Tutkimus koostui ohjelmointitaustan esikyselystä, 21 tekstillisestä ja kuvituksellisesta olio-ohjelmointia esittelevästä kalvosta, ja jälkikyselykaavakkeesta. Tutkimukseen osallistuneet jaettiin kahteen ryhmään. Toinen ryhmistä sai materiaalin, jossa oli emotionaalisen suunnittelun inspiroimia kuvituksia. Jäljelle jäänyt ryhmä sai materiaalin, jossa oli perinteiset kuvitukset, joita näkee verkossa olevilla ohjelmointikursseilla ja ohjelmoinnin oppikirjoissa. Materiaalien ainoana erona oli kuvitukset. Molempien materiaalien tarkoitus oli välittää sama informaatio.

Tilastollisesti merkittäviä eroja ei huomattu ryhmien välillä. Merkittäviä eroja huomattiin vain osallistujien välillä, joilla ei ollut aikaisempaa kokemusta ohjelmoinnista. Aloittelijoiden joukossa (cohort) kokeellisen ryhmän jäsenet keskittyivät merkittävästi vähemmän lukiessaan materiaalia ja käyttivät vähemmän aikaa siihen. He kokivat materiaalin vähemmän hoiduttavana ja vaikeammaksi ymmärtää kuin kontrolliryhmän aloittelijat. Kokeellinen ryhmä ei suoriutunut paremmin vertailutestissä, mutta saavutti karkeasti saman tason ymmärryksen huomattavasti lyhyemmässä ajassa kuin kontrolliryhmä. Tämä voi tarkoittaa emotionaalisen suunnittelun ryhmän hyötynneen ehostetuista kuvituksista ja oppineen nopeammin.

Vaikka tutkimus pyrki seuraamaan emotionaalisen suunnittelun periaatteita, kirjoittajat toteavat sillä olleen rajoite. Rajoite oli emotionaalisen suunnittelun periaatteen toteutus, jota ei oltu toteutettu hyvin. Emotionaalista suunnittelua olisi voinut selventää värien paremmalla käytöllä.

Kokeellisen ryhmän huonompi menestys saattoi johtua emotionaalisen suunnittelun inspiroimista kuvituksista [14]. Materiaali saatettiin nähdä liian lapsellisena tai vaikeaa teknistä aineistoa oltiin liian paljon yksinkertaistettu. Tutkimuksen emotionaalisella suunnittelulla ei ollut toivottua vaikutusta.

Ryhmien välisten erojen ainoa syy ei välttämättä ollut kuvituksien tunteel-

linen näkökulma [14]. Emotionaalisen suunnittelun materiaali saattoi sisältää ylimääräistä tietoa, koska tehostetut suunnittelut olivat yksityiskohtaisempia jossain määrin. Materiaalit esitettiin osallistujille ilman varhaisempaa ohjelmoinnin käsitteiden esittelyä ja niitä ei esitetty siinä kontekstissa, mihin ne oltiin alunperin tarkoitettu. Nämä tekijät saattoivat antaa materiaalista abstraktin tuntuman ja tehnyt siitä vaikeamman oppia.

Jos on olemassa emotionaalisen suunnittelun vaikutus, se riippuu värien, metaforien ja kuvituksien monimutkaisuudesta [14]. Emotionaalinen suunnittelu ei toimi yhtä hyvin kaikelle sisällölle tai kaikenkertyyppisille oppijoille. Silmien piirtäminen kaikelle ei ole oikea tapa. Tutkimus kuitenkin osoitti kuvituksien valinnalla olevan olio-ohjelmoinnin oppimateriaaleissa mahdollisesti mittava vaikutus oppimiseen. Emotionaalinen suunnittelu on lisätutkimuksien arvoinen tietojenkäsittelytieteen koulutuksessa ja sen ulkopuolella.

Tutkimuksia emotionaalisen suunnittelun vaikutuksesta on vähän. Suoritettujen tutkimuksien tulokset ovat lupaavia, mutta niitä tarvitaan lisää. Tarvitaan tutkimuksia, jotka määrittelevät olosuhteet, ja joista voidaan tarkkailla sisällön ja oppimispäämäärien vaikutusta. Emotionaalisen suunnittelun periaatteen lisääminen tehokkaasti käytäntöön ja sen tarkka muodostaminen ovat lisätutkimuksien arvoisia.

### 3 Oppimispelit

Tässä luvussa keskitytään oppimispeluihin. Aliluku 3.1 esittelee oppimispelien suunnittelua. Aliluvussa 3.2 käydään läpi oppimispelien tyypillisiä elementtejä. Oppimispelien hyödyistä kerrotaan aliluvussa 3.3, jota seuraa aliluku 3.4, joka kertoo oppimispelien kohtaamista haasteista.

#### 3.1 Oppimispelien suunnittelu

Hyviä pelejä palataan pelaamaan uudestaan [40]. Pelit motivoivat ja saavat yrittämään aktiviteetteja uudelleen. Oppimispelien pitää olla motivoivia, mutta lisäksi niissä pitää yhdistää oppimateriaali sulavasti pelin mekaniikoihin.

Motivaatio auttaa keskittymään opiskeluun. Yksi syy motivaation puuttamiseen on kiinnostuksen puute. Motivoituneina oppijat käyttävät enemmän aikaa oppimiseen ja syntyy positiivisia tuloksia, mikä johtaa parempiin oppimistuloksiin [35]. Pelit ovat motivoivia [19] (s.52) ja niiden motivoivuus auttaa helpottamaan oppimista.

Luontaiseen oppimismotivaatioon vaikuttaa haasteet, uteliaisuus, hallittavuus, fantasia eli tapahtumat, joita ei tapahdu jokapäiväisessä elämässä, ja hauskuus [26]. Oppimismotivaation uskotaan kasvavan näistä. Haasteiden voittaminen luo oppijoille tunteen onnistumisesta. Uteliaisuus auttaa tekemään uusia löytöjä ja hallitseminen auttaa kehittämään vastuuta, kun pitää asettaa prioriteetteja. Fantasia kehittää mielikuvitusta. Hauskuus saa oppijat nauttimaan oppimisesta ja haluamaan oppia lisää.

Oppimispeljä suunniteltaessa määritellään pelin oppimistavoitteet [20]. Suunnittelijoiden tulee määritellä tarvittavat askeleet oppimistuloksien saavuttamiseksi, jotta pelaajat voivat saavuttaa ne. Yksinkertaisimmat asiat opetetaan ensin, mikä johtaa oppimistuloksien hierarkiaan. Oppimistuloksien hierarkiassa yksinkertaisimmat tehtävät tehdään ensin ja tehtävät monimutkaistuvat tehtävä kerrallaan.

Oppiminen ja pelaaminen yhdistyvät oppimispeleissä [10]. Hyvät oppimispelit vaativat, että oppimateriaali on yhdistetty pelien mekaniikoihin [20]. Oppimateriaalin lisääminen pelien mekaniikoiden päälle ei tee hyvää oppimispeliä. Tutkimuksien mukaan pelit ovat motivoivampia ja tehokkaampia opetuksellisesti, jos peleissä oppiminen on sisäsyntyistä (intrinsic).

Oppimiskokemus on nautittava, jos oppiminen ei ole vaivalloista [45]. Pelitilanteessa (setting) ollaan keskittyneitä oppimiskokemukseen [10]. Epäoleellisten asioiden tekeminen ei tue pelaajien oppimista, vaan vie keskittymisen muualle opittavasta aiheesta ja lisää asiaankuulumattoman prosessointia. Oppimiskokemusta ei tue, että pelaajat käyttävät aikaansa klikkailemalla maata liikkuaan, ja tutkivat ympäristöä löytääkseen pieniä esineitä [10]. Pelien aktiviteettien tulee olla itsessään motivoivia, kiinnostavia ja sitovia [10]. Motivoituneina pelaajat ovat haastettuja, mikä on seurausta pelien monista hyvin toimivista muuttujista.

Pelaajien täytyy hallita pelien takana olevat oppimistavoitteet, että he voivat menestyä peleissä. Esimerkiksi Age of Empires II-strategiapelissä pelaajat ovat historiallisessa ympäristössä, mutta historiallista tietämystä ei tarvita menestyäkseen pelissä. Historian oppiminen ei tule tärkeäksi pelaajille, koska niiden oppimisesta ei ole seurauksia ja onnella pelaajat lukevat historiatietoiskut läpi [10]. Toinen esimerkki on The Oregon Trail-historiapeli, jossa opetetaan 1800-luvun uudisraivaajien elämää pelaajille. Pelaajat ovat tässäkin pelissä historiallisessa ympäristössä ja pelissä on tapahtumia, jotka pohjautuvat historiallisiin todennäköisyyksiin, mutta näitä tietoja ei tarvita menestyäkseen pelissä.

Pelin tavoitteiden vaikeustaso on oltava saavutettavissa, mutta haastava pelaajille [19] (s.223). Pelaajat eivät yritä liian vaikeita tavoitteita ja liian helpot tavoitteet suoritetaan nopeasti. Liian helpot tavoitteet eivät tuota riittäviä haasteita pelaajille. Tarjoamalla vaihtoehtoisia objektiivisia pelaajille pidetään tehtävät mielenkiintoisina pelaajille, jotka ovat jo saavuttaneet

mestaritason suorituksen.

Peleistä hyvinä opetusvälineinä käydään paljon keskustelua, mutta on varmistettava, että ne tosiaan ovat hyviä. Pelit nähdään itsessään motivoivina, mikä tekee peleistä hyviä opetusvälineitä. Kaikki pelit eivät kuitenkaan ole motivoivia. Oppikirjatyyllisen opetusohjelman muuttaminen “osoita ja klikkaa” -videopeliksi ei ole pelisuunnittelua [20]. Monen oppimispelin lopputulos on kuin “suklaalla kuorrutettu parsakaali”, ei viihdyttävä eikä opetuksellinen [20]. Näissä peleissä niiden suunnittelijat ovat olleet kokemattomia tai pelien oppimateriaalia ei ole käännetty pelien kielelle [8].

Jos pelien suunnittelijat eivät ole tietoisia, kuinka pelit pohjimmiltaan rakennetaan, se johtaa yleensä oppimispelien epäonnistumiseen [10]. Aloittelevat pelisuunnittelijat ajattelevat usein peliä aiheen kannalta eivätkä uuden vuorovaikutuksen kannalta, mikä on virhe [19] (s.141). Oppimispelien suunnittelijat keskittyvät joskus liikaa opetukselliseen sisältöön, mikä haittaa pelin kulkua. He unohtavat peleissä olevan kyse tekemisestä eikä näkemisestä.

### 3.2 Oppimispelien elementtejä

Oppimispelien suunnittelussa kannattaa ottaa mallia viihdevideopelien suunnittelusta [20]. Hyvissä oppimispeleissä esiintyy samoja elementtejä kuin hyvissä videopeleissä [10], kuten selkeät säännöt, oleelliset aktiviteetit, hahmot, realismin määrä ja palaute. Vielä ei ole olemassa montaa käytännöllistä suositusta kuinka tehdä oppimispeleistä yhtä motivoivia kuin viihdepeleistä.

Pelien säännöt ovat ohjeet, joita pelaajat seuraavat pelatessaan. Sääntöjen tulee olla selkeitä, jotta pelaajat pystyvät pelaamaan peliä helposti [45]. Sääntöjen toimivuuteen peleissä on keskityttävä, koska ne määrittelevät pelin kokemuksen ytimen ja lopulta ensisijaiset oppimistulokset. Sääntöjen ymmärtämiseen auttaa pelien puhe- ja tekstisyötteen hallittavuus esimerkiksi tauottamalla [3].

Videopeleissä pelaajille esitetään sarjoja lyhyt-, keskipitkä- ja pitkäaikai-

sia tehtäviä. Tehtävien saavuttamiseksi pelaajia vaaditaan tekemään päätöksiä ja toimimaan. Pelaajille opetetaan suunnitelmallisesti kyvyt, joita tarvitaan tehtävien saavuttamiseksi pelissä. Pitkät ja vaikeat tehtävät rikotaan pienempiin osiin, ja jokainen osa opetellaan yksi kerrallaan, minkä jälkeen ne yhdistetään takaisin kokonaiseksi tehtäväksi. Jos pelaajille esitetään vaihtoehtot seuraavan teon suorittamiseen niin mikään vaihtoehtoista ei saa olla selkeästi oikea tai väärä [20].

Suorittamalla tehtäviä ansaitaan palkkioita peleissä. Pelaajien näkökulmasta tehtävät jakautuvat tylsistä tehtävistä kiinnostaviin tehtäviin [19] (s.222). Parittamalla tylsät tehtävät palkkioiden kanssa saadaan pelaajat suorittamaan tylsiä tehtäviä. Palkkioita voi olla esimerkiksi saavutukset tai pelin valuutta. Sisäsyntyinen motivaatio ei kärsi palkkioiden käytöstä kannusteina, koska pelaajat eivät ole halukkaita suorittamaan tylsiä tehtäviä.

Pelaajat suorittavat kiinnostavia tehtäviä ilman lisättyä motivaatiota ja sen takia ne eivät tarvitse vahvistavia palkkioita. Tehtäviin keinotekoisen kiinnostuksen lisäämisen sijaan tulee saavutuksien olla huomioivia. Huomioivat saavutukset keskittävät pelaajien huomion tärkeisiin tehtäviin tai tehtävien strategioihin. Ne tukevat oppimista oikea aikaisesti (scaffolding) antamalla vihjeitä hyödyllisimmistä strategioista. Tylsien tehtävien suorittamisesta palkitaan ja kiinnostavien tehtävien suorituksesta annetaan palautetta [19] (s.236). Negatiivisia saavutuksia ei saa antaa rangaistuksina tehtävien epäonnistuneista suorituksista. Negatiivisien saavutuksien sijaan tulee antaa rakentavaa palautetta.

Tehtäviin kuuluu joskus aikarajoituksia. Täsmällisen suorituksen vaatiminen aikarajoituksella on käytösanalyttikkojen mukaan metodi, joka varmistaa, että oppijat tuntevat oppimateriaalin.

Pelaajien käytöksestä on tärkeää kerätä dataa pelin aikana [20]. Datan esitysmuoto on suunnittelijoiden oma päätös. Jotta pelit voivat esittää sopivia haasteita pelaajille, niiden on pystyttävä analysoimaan pelaajien suorituksia.

Jos pelaajilla kuluu toistuvia yrityksiä tehtävän suorittamiseen ja silti eivät pääse tehtävää läpi, pelien on hyvä ohjata pelaajia toistamaan tehtävän aliosia. Tällä tavoin pelaajat aina ponnistelevat kohti saavutettavia päämääriä.

Pelatessa keskitytään pelitavoitteiden suorittamiseen. Kun tavoitteiden suorittamiseen sulaututaan täysin, pelaaja voi saavuttaa flow-tilan. Flow on tila, jossa henkilö on täysin sulautunut aktiviteettiinsa ja tästä syntyy optimaalinen kokemus. Flow-tilassa millään muulla ei ole väliä kuin kyseisen aktiviteetin tavoitteiden valmiiksi saamisella. Flow-tilassa henkilö unohtaa menneisyyden ja tulevaisuuden [4]. Oppimateriaaleja suunniteltaessa kannattaa huomioida flow-tila, koska sillä on aikaisempien tutkimuksien mukaan positiivinen vaikutus oppijoihin [37].

Kun on flow-tilassa, aktiviteetin suorittaminen ei ole tylsää [4]. Aktiviteetin haasteiden takia ei ole aikaa tylsistyä tai huolehtia tulevista tapahtumista. Pelejä pelatessa voi kokea flow-tilan, mutta pelien pelaaminen ei varmista, että pelaaja kokee sen. Päämäärän saavuttaminen on tärkeää, mutta pelaajan saa jatkamaan kokemus tekemisestä huolen ja tylsistymisen ulkopuolella eli kokemus flow-tilasta [4].

Pelaajat samaistuvat hahmoihin, mikä tekee hahmojen vaikutuksesta peleihin suuren. Rollingsin ja Adamsin mukaan hahmot ja tarinat ovat tärkeimpiä tekijöitä roolipeleissä tarinan satunnaisesta laiminlyönnistä huolimatta. Hahmojen seikkailut, kehitykset ja taistelut ovat välttämättömiä [37]. Teemat, taustat, vuorovaikutusmallit, kuten hahmojen johtaminen, ohjaus ja hallinta, objektit ja näkökulmat, ovat tärkeitä suunnittelussa.

Oppimispeleillä halutaan tukea sosialisointia, enkulturisoitumista eli kulttuuriin sisään kasvamista ja sosiaalista kehittymistä [7]. Tämä saadaan aikaan lisäämällä peleihin yhteiskunnallis-tunteikasta realismia, koska sen uskotaan vaikuttavan tunteisiin liittyvään oppimiseen. Yhteiskunnallis-tunteikkaaseen realismiin kuuluu muun muassa tervehtimisrituaalit, sosiokulttuuriset säännöt henkilöiden välillä ja sosiaaliset mallit. Yhdessä tutkimuksessa tutkittiin



realismin määrää peleissä oppimisen kärsimättä [41]. Tutkimus tuli tuloksiin, että pelaajat kokevat pelit liian vaikeina, sekavina ja stressaavina, kun realismin määrä kasvaa liian suureksi.

Pelaajien motivaation ylläpitäminen vaatii välitöntä ja tarkkaa palautetta, koska tämä ylläpitää mielenkiintoa, oppimista ja hauskuutta [20]. Vuonna 2010 on julkaistu Pex4Fun-sovellus, jossa ratkaistaan iteratiivisesti ohjelmointitehtäviä [42]. Jokainen tehtäviä yrittävä saa henkilökohtaisen palautteen Pex4Fun-sovelluksessa. Pex4Fun-sovelluksessa on Coding duels-peli, johon osallistuessaan voi oppia ohjelmoinnin käsitteitä ja taitoja.

Pex4Fun-sovelluksen tekijät listaavat viisi periaatetta, jotka saavat pelaajat parhaiten osallistumaan pelaamiseen: vuorovaikutteisuus, mukautuva ja henkilökohtainen palaute, selkeät voittokriteerit ja huijaamisen mahdollisuuden poistaminen [42]. Näihin periaatteisiin päädyttiin, kun he kehittivät Coding Duels-peliosiota. He listaavat ensimmäiseksi periaatteen, että pelien tulee olla vuorovaikutteisia ja vuorovaikutukset ovat iteratiivisia ja iteraatioiden on kestettävä monta kierrosta. Toisena periaatteena on palautteen mukautuvuus eli annetaan palautetta pelaajien viimeisten toimintojen mukaan eikä toistuvasti samanlaista. Kolmantena periaatteena on henkilökohtainen palaute eli palaute annetaan kyseessä olevan pelaajan mukaan. Neljäntenä periaatteena on pelien selkeät voittokriteerit. Viidentenä periaatteena on huijaamisen mahdollisuuden poistaminen pelistä. Viides periaate pätee lähinnä oppimispeleihin, joissa oppiminen on selkeästi etualalla.

### **3.3 Oppimispelien pelaamisen hyödyt**

Oppimispelien pelaaminen parantaa visuaalisia prosessointitaitoja, päätöksentekokykyä, tiedon vastaanottamista monesta lähteestä [7], tiedon säilyttämistä muistissa ja vuorovaikutteista oppimista [41]. Osa peleistä auttaa oppijoita rentoutumaan, vähentää stressiä ja parantaa keskittymistä ja luovuutta [30, 38]. Pelien pelaaminen nostaa motivaatiotasoa [15]. Ne kehittävät

käytännöllisiä päättelytaitoja ja monimutkaisten ongelmien ratkaisutaitoja [7]. Oppimisleikissä oppijat pääsevät kokeilemaan monimutkaisia asioita ilman riskejä [13, 41], esimerkiksi ilmailukenttien hallitsemista tai kirurgisia toimenpiteitä. Oppimisleikissä vuorovaikutus käydään pelaajan ja pelin välillä. Ne mukautuvat jokaisen yksilöllisen pelaajan tarpeisiin ja pelaaja saa yksilöllisen palautteen [20].

Tunneilla ja luennoilla opiskelijat päätyvät passiivisiksi kuuntelijoiksi, jos he joutuvat kuuntelemaan opettajan tai luennoitsijan selityksiä asiasta, jonka he tuntevat jo hallitsevansa. Videoleikissä niiden sosiaalinen paine, aikarajoitukset ja positiivinen mieliala saavat opiskelijat kysymään ja vastaamaan kysymyksiinsä itse. Silloin opiskelijat ryhtyvät itse aktiivisiksi oppimisprosessissa, eivätkä ole vain passiivisia kuuntelijoita [35].

Ryhmätyötaidot kehittyvät, kun pelejä suunnitellaan ryhmissä [11, 39]. Ryhmätyötaitoihin kuuluu muun muassa ryhmässä työskentely, töiden tasainen jakaminen jäsenten kesken ja jäsenten taitojen huomioon ottaminen.

Opetuksellisia asioita esiintyy yleensä roolileikissä, strategialeikissä ja simulaatioleikissä [37]. Hahmojen kasvu ja kokemus korostuu rooli(video)leikissä ja sen takia niitä on käytetty eniten markkinoilla ja opetuksessa [37]. Rooli(video)leikillä saadaan pelaajat eläytymään, mikä mahdollistaa roolihahmon aseman ymmärtämisen maailmassa paremmin kuin katsomalla elokuvaa, kuuntelemalla luentoa tai lukemalla henkilöstä. Roolihahmon aseman ymmärtää paremmin leikissä, koska pelaajat joutuvat tekemään päätökset roolihahmonsa puolesta, ottamaan seuraukset vastaan ja kestämaan ne [16].

Vuonna 2002 NESTA Futurelab julkaisi raportin tietokoneleleistä ja oppimisesta. NESTA Futurelab oli päättänyt tuloksiin, että perinteinen opetus ei tuota samanasteista motivaatiota kuin pelit, ja että pelit tukevat kommunikointi- ja ongelmanratkaisutaitoja ja matemaattista kehitystä [31]. Näiden tuloksien mukaan videopelit voivat olla tehokkaita työvälineitä esittelemään oppimateriaalia ja auttamaan opiskelijoita oppimaan.

### 3.4 Oppimispelien haasteet

Oppimispelien suosiota on jarruttanut kuusi ongelmaa: asenteet, testien ja todistusaineiston lukumäärä, kriittinen ajattelu, nivoutuminen opetussuunnitelmiin ja itse todistusaineisto [41]. Ensimmäinen ongelma on vanhempien negatiiviset asenteet videopelejä kohtaan. Toisena ja kolmantena ongelmana ovat peleistä oleva testien vähäinen lukumäärä niiden oppimista kehittävästä ominaisuuksista, ja vähäinen todistusaineisto niiden tehokkuudesta opetusvälineinä. Neljäs ongelma on pelaajien kriittisen ajattelun parantamattomuus kaupallisesti saatavilla olevien pelien pelaamisesta. Viides ongelma on kaupallisesti saatavilla olevien pelien vähäinen nivoutuvuus perusopetuksen strategisten tarpeiden, ylioppilassuunnitelmien tai harjoitteluohjelmien kanssa. Kuudes ongelma on kaupallisesti tarjolla olevien oppimistuloksia parantavien pelien vähäinen lukumäärä. Näiden pelien tarkoitus on kuulua todisteisiin perustuvaan kehykseen.

Tietokonepelien negatiivista vaikutusta nuoriin arvellaan, vaikka ei ole olemassa todistusaineistoa tukemaan tätä väitettä [37]. Negatiiviset asenteet yllettävät opettajiin asti. Monien opettajien mielestä pelit ovat ajanhukkaa, tekevät oppimisprosessista liian pitkän ja keskittyvät väärin tavoitteisiin. Monien opiskelijoidenkin näkökulmasta oppimateriaalin lisääminen peliin vähentää pelin hauskuutta [35]. Opettajat ja opiskelijat ovat toisistaan selkeästi eroavia käyttäjiä ja heillä on omat prioriteettinsa pelien tarkoitukselle [27]. Opettajat haluavat opiskelijoiden oppivan ja opiskelijat haluavat tulla viihdytetyksi. Kompromisseja opetuksellisten periaatteiden ja viihdeominaisuuksien kanssa täytyy tehdä, mikä tekee suunnittelusta vaikeaa ja tuottaa konflikteja opetus- ja viihdetavoitteiden välille.

Oppimispelejä kehitetään parantamaan pelien opetusarvoa, jotta saataisiin parempi yhteys pelien ja opetuksen välille [37]. Tämä voi kuitenkin vähentää pelien viihhteellistä arvoa ja näin pelistä voi tulla liian vakava [37].

Pelit vaikuttavat hyviltä opetusvälineiltä, mutta on vähän todistusaineis-

toa niiden luotettavista ja kestävästä opetuksellisista tuloksista tai niiden paremmuudesta opettaa kuin perinteinen opetus [20]. On olemassa vähän testejä, joissa verrataan pelien opetustuloksia muiden opetusmetodien opetustuloksiin. Vakuuttavan todistusaineiston vähäisyys ei kuitenkaan estä hyviä opetustuloksia tuottavien pelien olemassaoloa. Yhdessä tutkimuksessa verrattiin 19 päivää matemaattisten ongelmien ratkaisua tietokonepelissä ja tehtäväpaperilla. Opiskelijat ratkaisivat kolme kertaa enemmän tehtäviä tietokonepelissä kuin he normaalisti ratkaisivat tehtäväpaperilla.

Oppimisesta on monenlaisia määritelmiä, mikä tekee oppimisen ja hauskuuden määrän luotettavasta mittaamisesta oppimispeleissä haastavaa [12]. Oppimispeleihin liittyvien tutkimuksien tulokset voivat näyttää, että oppimista on tapahtunut, mutta arviot eivät aina ole täysin luotettavia. On epäluotettavaa, että tutkimukseen osallistuneet kykenisivät muistamaan tai havainnollistamaan tarkkaan oppimisen tapahtuneen tai pelaamisen aikana koetun hauskuuden. Tämän takia vaaditaan lisää tutkimuksia, jotka todistavat, että oppimista tapahtuu pelatessa.

### **3.5 Ohjelmoinnin oppimispelejä**

Ohjelmoinnin oppimiseen on kehitetty oppimispelejä. Näihin peleihin kuuluu muun muassa HIT Typing, Serious Cube, 3D action game ja Programming learning game [25]. HIT Typing on konekirjoituspelejä, jossa opetetaan Java-ohjelmointikieltä kirjoittamalla lähdekoodia Javalla. Lähdekoodi on tekstimuotoinen kokoelma ohjelmointikomenteja. Pelin tarkoitus on parantaa ohjelmointikirjoitusnopeutta syöttämällä Java-koodia tietokoneelle. Pelin alkaessa näytetään tehtävälista, josta pelaajat voivat valita tehtävän. Pelissä ei ole kuvituksia kuin tehtävien lopussa.

Serious Cube on monivalintapeli [25]. Pelin oppimistarkoitus on ymmärtää Java-ohjelmoinnin rakenne. Pelissä on osittain tyhjättyä Javalähdekoodia ja kuutioita, joihin on kirjoitettu sanoja. Pelaajat valitsevat kolmen kuution

välillä mikä niistä sopii tyhjään kohtaan. Pelissä ei ole muuta kuvitusta kuin kuutiot.

3D action game on nimensä mukaan kolmiulotteinen toimintapeli kahdelle pelaajalle [25]. Peli on kilpailuhenkinen ja sen tarkoitus on motivoida oppimaan ohjelmointia ja hankkimaan tietoa Javasta. Pelissä ohjataan hahmoa ja etsitään tavaroita. Tavaroihin on kirjoitettu sanoja, joilla täytetään osittain tyhjää Javalähdekoodia. Pelin voittaa pelaaja, joka ensin kerää tavarat, jotka sopivat tyhjiin kohtiin koodissa ja palaa lähtöruutuun. Pelaajat voivat kerätä tavaroita, joilla voi hankaloittaa toisen pelaajan peliä. Pelin päämäärä on saada pelaajien kilpaillessa keskenään ajattelemaan, että he menestyvät pelissä paremmin, jos he ymmärtävät koodia. Pelin kuvitukset ovat kolmiulotteisia yksinkertaisia muotoja.

Programming learning game on oppimispeli, jossa näytetään ohjelmoinnin vaiheita visuaalisesti [25]. Pelissä pelaajat antavat valmiiksi kirjoitettuja käskyjä pelihahmolleen. Pelaajat miettivät pelin aikana komentosarjoja eli algoritmeja, jotka ohjaavat hahmot päämäärään ja saavuttamaan tavoitteen. Komennot on esitetty visuaalisesti. Peli on kaksiulotteinen ja hahmot ovat ihmisen näköisiä.

Programming learning game-peliä pelanneet, jotka eivät olleet hyviä ohjelmoimaan, viettivät pelin kanssa enemmän aikaa tasojen läpi pääsemiseen [25]. Moni pelaaja sanoi pelin vaikeustason olleen korkea. Ohjelmointiin tottuneet pitivät peliä helppona ja käyttivät vähemmän aikaa tasojen läpikäymiseen. Ohjelmoinnin oppiminen on vaikeaa aloittelijoille. Kuitenkin joidenkin tasojen läpikäymisessä kesti vähemmän aikaa, mikä viittaa ohjelmoinnin ymmärryksen syventyneen yrityksen ja erehdyksen kautta. Osallistujat saivat positiivisen vaikutelman ohjelmoinnista.

## 4 Tapaustutkimus: Ohjelmoinnin oppimispeli

Tämä luku käy läpi tutkielmaa varten toteutetun tapaustutkimuksen ohjelmoinnin oppimispeleistä. Aliluvussa 4.1 kerrotaan pelin oppismistavoitteista ja tehtävistä. Aliluvussa 4.2 luetellaan tutkimuskysymykset ja -menetelmät.

### 4.1 Pelin oppimistavoitteet ja tehtävät

Tutkielman tutkimusta varten toteutettiin ohjelmoinnin oppimispeli. Pelin opetettava ohjelmointikieli on JavaScript, joka on dynaaminen komentosarjakieli. Peli on ohjelmoitu HTML5- ja JavaScript-ohjelmointikielillä, ja toteutettiin Phaser-viitekehyksellä (framework). Pelissä on kuusi teoriaosuutta ja yhdeksän tehtävää. Kun pelaajat pelaavat, tietokantaan kerätään pelaajien käyttämä aika kuhunkin teoriaosioon ja tehtävään.

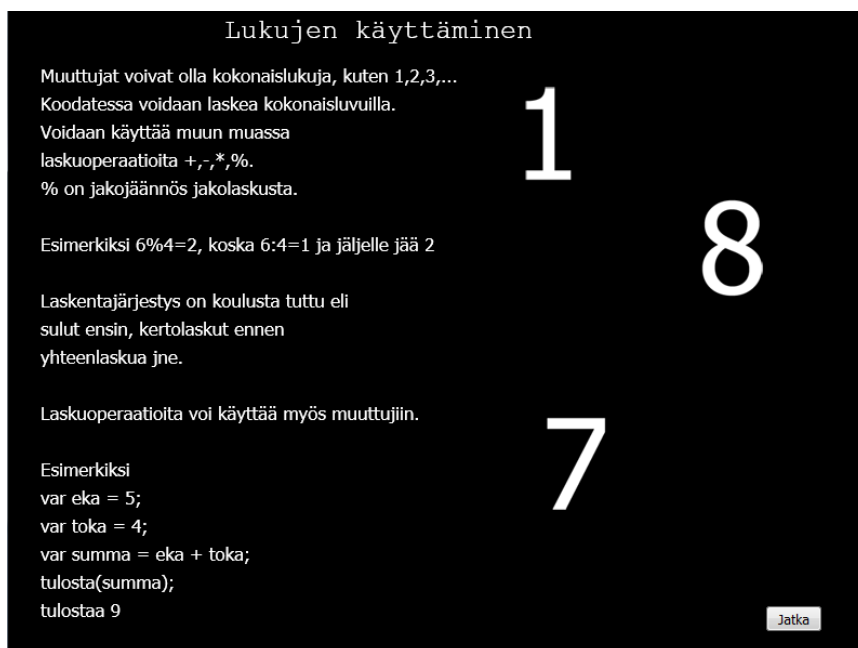
Pelaamalla peliä pelaajien on tarkoitus oppia ohjelmoinnin käsitteistä, kuten kokonaislukumuuttujat, funktiot, vertailu- ja toistolauseet, ja ohjelmoimaan Javascript-ohjelmointikieltä. Pelaajien täytyy kirjoittaa itse ohjelmakoodia. Oppimisen on tarkoitus olla helpompaa ja nopeampaa kuin perinteisissä opetusmetodeissa.

Pelaajille näytetään ensin ohjelmoinnin oppimateriaalia (Kuva 4.1 ja 4.2), minkä jälkeen he siirtyvät suorittamaan ohjelmointitehtäviä edetäkseen pelissä (Kuva 4.3 ja 4.4). Teoriaosioiden aikana pelaajien on mahdollista kokeilla ja muokata valmista ohjelmakoodia ohjelmointi-ikkunassa (Kuva 4.5 ja 4.6). Ensimmäinen tehtävä on tarkoitettu helpoimmaksi ja viimeinen tehtävä vaatii kaikkien opettettujen käsitteiden käyttöä. Kun kaikki tehtävät on saatu valmiiksi, peli onnittelee pelaajia ja päättyy.

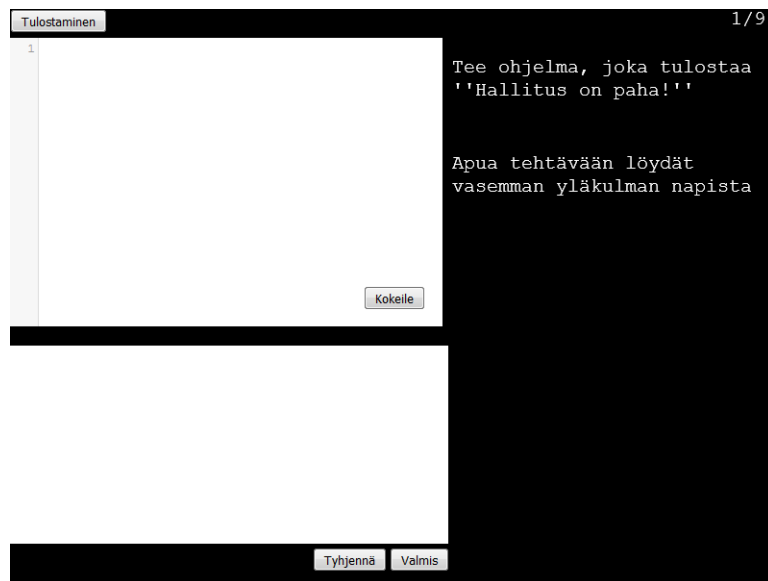
Pelimuotoinen oppimateriaali valittiin herättämään kiinnostusta opiskeltavaan sisältöön. Pelimuotoisuus on todettu tutkimuksessa hyödyllisemmäksi muodoksi ohjelmoinnin oppimisessa verrattuna perinteisiin luentoihin [44]. Pelissä on selkeät säännöt ja voittokriteerit, kannustava palaute, vain oppimista tukevia aktiviteetteja, pelin mekaniikoihin yhdistetty oppimateriaali,



Kuva 4.1: Pelin ilmeikkään version Lukujen käyttäminen-teoriaosio



Kuva 4.2: Pelin neutraalin version Lukujen käyttäminen-teoriaosio

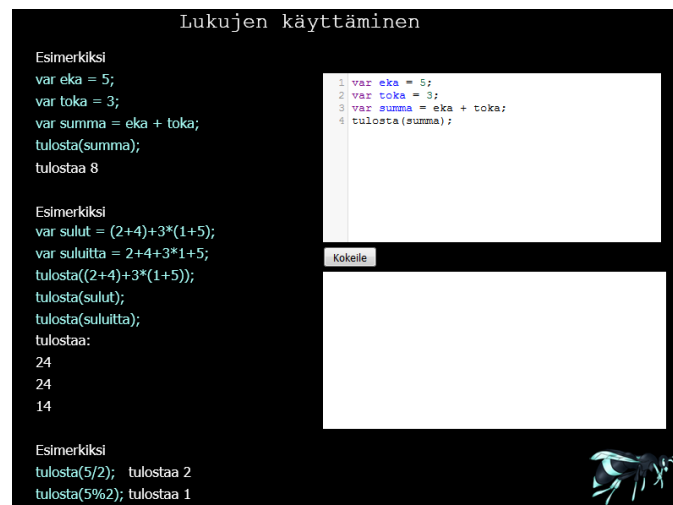


Kuva 4.3: Pelin ilmeikkään version Tulostaminen-tehtävä. Pelaaja kirjoittaa ylempään ikkunaan ohjelmointikoodia ja Kokeile-nappia painamalla tulokset näkyvät alemassa ikkunassa.

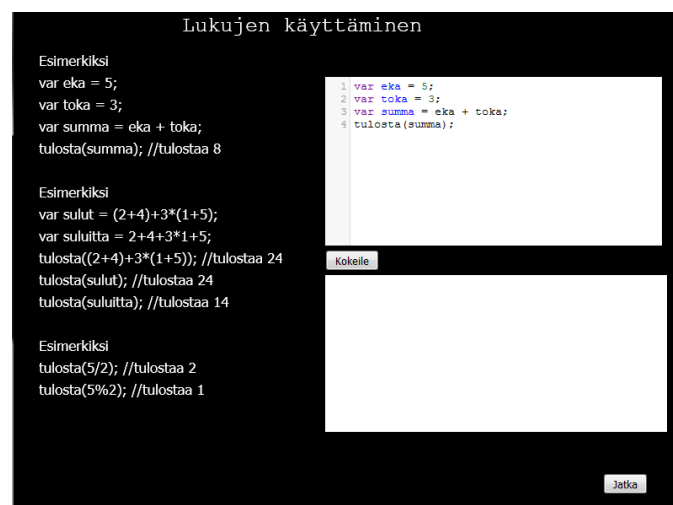


Kuva 4.4: Pelin neutraalin version Tulostaminen-tehtävä. Tehtävien tekeminen toimii samalla lailla kuin ilmeikkäässä versiossa.





Kuva 4.5: Pelin neutraalin version toinen Lukujen käyttäminen-teoriaosio. Ylempi ikkuna on ohjelmointi-ikkuna ja siihen kirjoitetun ohjelmakoodin tuloksen voi nähdä painamalla Kokeile-nappia ja tulos näkyy alemmassa ikkunassa.



Kuva 4.6: Pelin neutraalin version toinen Lukujen käyttäminen-teoriaosio. Ohjelmointi-ikkunan käyttäminen toimii samoin kuin pelin ilmeikkäässä versiossa.

määritelty oppimistulokset, tehtävien vaikeusasteen hierarkia, rajattomasti aikaa tehdä tehtäviä ja datan keräys.

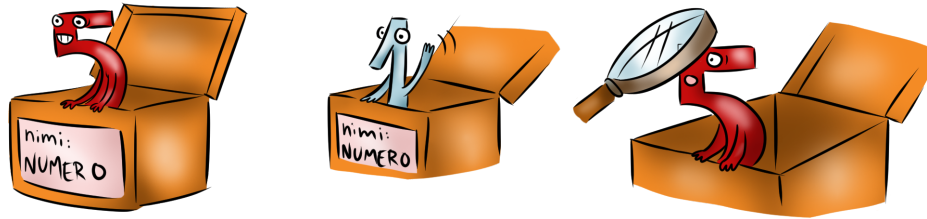
Pelin säännöt vaativat, että pelaajan pitää tehdä ohjelmointitehtäviä päästäkseen pelissä eteenpäin ja viimeisen tehtävän onnistuneesta suorituksesta voittaa pelin. Selkeät säännöt varmistavat, että jokainen pelaaja pystyy pelaamaan helposti peliä [36, 45].

Pelin aktiviteetit tukevat oppimista ja pelaajien ei tarvitse tehdä epäoleellisia aktiviteetteja edetäkseen pelissä. Pelissä on vain oleellisia aktiviteetteja, jotta pelaajat voivat keskittyä täysin oppimiskokemukseen [10]. Oppimistulokset on määritelty ja pelaajat eivät pysty etenemään pelissä, jos he eivät hallitse pelin oppimistavoitteita. Oppimistulokset määritellään, jotta pelaajat pystyvät saavuttamaan ne [20]. Jos pelaajat pystyvät etenemään pelissä hallitsematta pelin oppimistavoitteita niin oppimisesta ei tule tärkeää pelaajille ja oppimista ei välttämättä tapahdu [10]. Pelin tehtävät alkavat yksinkertaisimmasta ja monimutkaistuvat, kunnes viimeisessä tehtävässä pitää osata kaikki pelissä opetetut ohjelmoinnin käsitteet. Tehtävien vaikeushierarkia kulkee yksinkertaisemmista monimutkaisempiin, jotta pelaajat selviävät pelistä ja syventävät oppimistaan pelin edetessä [20]. Tehtäviä suorittaessa pelaajat saavat kannustavaa palautetta onnistumisien ja epäonnistumisien mukaan. Mukautuva palaute saa pelaajat parhaiten osallistumaan pelaamiseen [42].

Pelin tehtäviin käytettyä aikaa ei ole rajoitettu, mutta tehtävien tekemiseen ja oppimateriaalin lukemiseen käytetty aika tallennetaan tietokantaan. Tallennetusta datasta pystytään jälkikäteen analysoimaan pelin vaikeutta.

Pelistä tehtiin kaksi versiota. Toisessa versiossa on tarina ja kuvitukset ovat ilmeikkäitä ja värikkäitä piirroksia (kuva 4.7). Ilmeikkäässä versiossa oppimateriaalin lähellä on vain aiheeseen liittyviä kuvituksia. Muualla peliä on lisäkuvituksia, jotka liittyvät pelin tarinaan. Toisen version kuvitukset ovat neutraaleja ja mustavalkoisia kaavioita (kuva 4.8) ja tarinaa ei ole. Neutraalissa versiossa ei ole muita kuvituksia. Molemmissa versioissa kuvitukset

ovat yksinkertaisia, staattisia, vuorovaikutuksettomia, kaksiulotteisia ja ne ovat aiheen välittömässä läheisyydessä, minkä takia ei synny turhaa selailua. Versioiden kuvituksien sitoumusluokittelun taso on kuvituksellinen.



Kuva 4.7: Muuttujien kuvitus pelin ilmeikkäässä versiossa

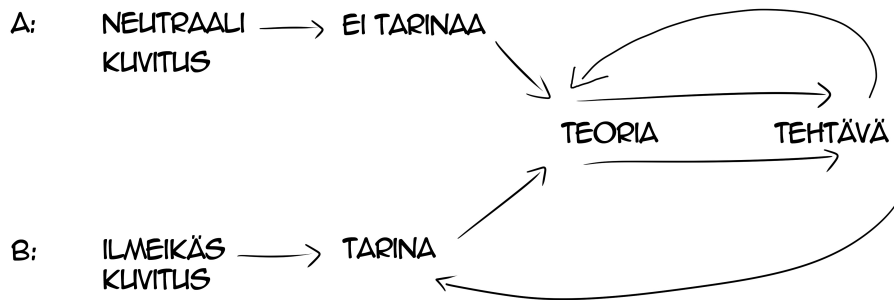


Kuva 4.8: Muuttujien kuvitus pelin neutraalissa versiossa

Ilmeikkään version tarina alkaa pelaajan heräämisestä tulevaisuudessa Punaisen vastarintaryhmän tukikohdassa. Vastarintaryhmä kertoo pelaajalle, että Hallitus haluaa tehdä kansalaisista tahdottomia “zombeja”, mikä vastarintaryhmän pitää estää. Hallitus aikoo toteuttaa tämän viruksella, joka leviää hyönteisten pistoksen kautta. Pelaajan ja vastarintaryhmän pitää murtautua yhdessä Hallituksen päämajaan tuhotakseen virusta levittävät hyönteiset.

Pelin teoriaosuudet ja tehtävät ovat samat molemmissa versioissa, mutta kuvitukset eroavat toisistaan. Tarinallisessa versiossa kuvitukset ovat värillisiä, ilmeikkäitä ja esittäviä. Hahmojen ja teoriaosuuksien ohjelmointikäsitteiden

kuvituksien tyyli on sarjakuvamaisia ja osa kuvituksista on humoristisia. Neutraalissa versiossa kuvitukset ovat asiallisia ja hillittyjä.



Kuva 4.9: Pelin kulku molemmissa versioissa

Ilmeikkäiden kuvituksien tarkoitus on motivoida oppijoita pelaamaan ja helpottamaan opittavien käsitteiden ymmärtämistä. Tällä halutaan saada pelaajat kiinnostumaan ohjelmoinnin opiskelusta. Oppimateriaali opitaan ja ymmärretään paremmin, kun materiaaliin on lisätty aiheeseen liittyvät kuvitukset tekstin rinnalle. Kuvitukset on sijoitettu tekstin välittömään läheisyyteen spatiaalisen kontaktiperiaatteen takia [24]. Teksti ja kuvitukset yhdessä lisäävät materiaalien muistamista pitkällä aikavälillä.

Merkinantoperiaatteen mukaan tarinallisen version tekstissä ohjelmointiosuudet on korostettu omalla värillään, jotta ne erottuvat selkeästi muusta tekstistä ja helpottavat oppimista [24]. Oleellisten kohtien korostaminen helpottaa oppimista, koska oppija suuntaa huomionsa sinne. Tarinattomassa versiossa kaikki teksti on samanväristä.

## 4.2 Tutkimuskysymykset ja -menetelmät

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää pelin kuvituksien vaikutus oppimiseen. Ilmeikkäiden kuvituksien vaikutusta innokkuuteen pelata enemmän ja sitä kautta innokkuutta opiskella enemmän tutkitaan tutkimuksessa. Lisäksi tutkitaan asiallisten kuvituksien riittävyyttä oppimisen helpottamiseen, vaikka

ne eivät innostaisikaan.

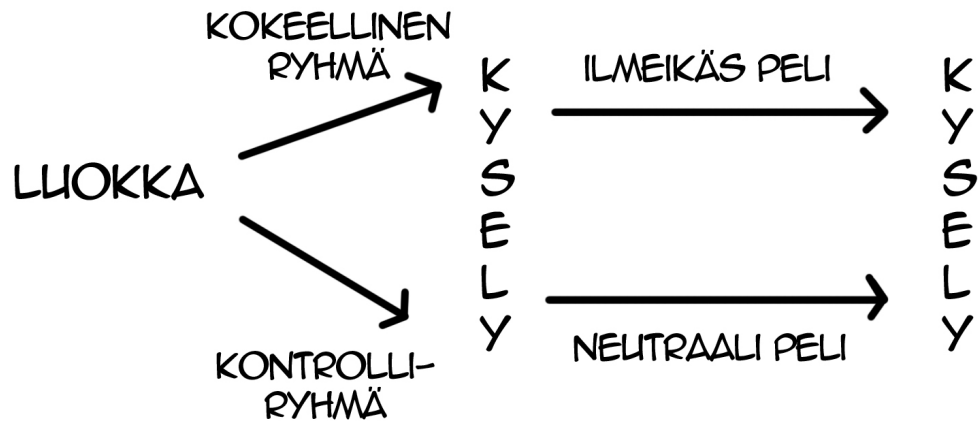
Tutkimuskysymykset:

1. Kasvattavatko ilmeikkäät kuvitukset kiinnostusta ohjelmointiin?
2. Helpottavatko ilmeikkäät kuvitukset ohjelmoinnin oppimista?
3. Riittävätkö asialliset neutraalit kuvitukset oppimisen helpottamiseen?
4. Kokevatko vanhemmat pelaajat ymmärtäneensä opeteltavat asiat paremmin kuin peruskoulun pelaajat?
5. Suoriutuvatko vanhemmat pelaajat nopeammin pelin tehtävistä kuin peruskoulun pelaajat?

Peli annettiin kokeiltavaksi peruskoulun seitsemättä vuotta käyvälle luokalle. Pelaaminen tapahtui peruskoulun tiloissa tietokoneilla Internet-selaimella.

Luokka jaettiin kahteen ryhmään, jotka kokeilivat pelin versioita (kuva 4.10). Osallistujia oli 17 ja molempiin ryhmiin kuului tyttöjä ja poikia. Kokeellisessa ryhmässä oli kahdeksan osallistujaa ja kontrolliryhmässä oli yhdeksän. Kontrolliryhmässä yhdellä ja kokeellisessa ryhmässä kahdella osallistujasta oli ennestään ohjelmointikokemusta. Ryhmien jako ei mennyt tasan ohjelmoinnista kiinnostuneiden ja ohjelmoinnista piittaamattomien kesken. Ryhmät olivat liian erilaisia, jonka takia ne eivät olleet suoraan vertailukelpoisia.

Kokeellinen ryhmä kokeili pelin ilmeikästä versiota ja kontrolliryhmä kokeili neutraalia versiota. Ennen pelin aloittamista pelaajat vastasivat kysymyksiin heidän ohjelmointimotivaatistasostansa ja heidän aiemmasta ohjelmointikokemuksesta. Kyselykaavakkeen täyttämisen jälkeen aloitettiin



Kuva 4.10: Tutkimuksen toteutus

pelin pelaaminen, johon oli tunti aikaa. Pelaamisen jälkeen pelaajat täyttivät toisen kyselykaavakkeen, joka kartoitti heidän pelin jälkeisen ohjelmointimotivaatiotasonsa, heidän ohjelmointikäsitteiden koetun ymmärtämisen ja heidän mielipiteensä pelistä. Pelaamisen aikana peli keräsi tietokantaa kunkin pelaajan käyttämän ajan mihinkin teoriaosuuteen ja tehtävään.

Kysymykset ennen kokeilua:

1. Oletko ohjelmoinut joskus aiemmin? Jos olet niin kuinka paljon ja mitä?
2. Kuinka paljon ohjelmointi kiinnostaa sinua? Arvioi asteikolla 1-5, kun 1=ei kiinnosta ollenkaan, 5=kiinnostaa todella paljon

Kysymykset kokeilun jälkeen:

1. “Ymmärrän mitä muuttujat ovat ohjelmoinnissa ja mitä niillä tehdään.” Arvioi asteikolla 1-5, kun 1=täysin eri mieltä, 5=täysin samaa mieltä
2. “Ymmärrän mitä funktiot ovat ohjelmoinnissa.” Arvioi asteikolla 1-5, kun 1=täysin eri mieltä, 5=täysin samaa mieltä
3. “Ymmärrän mitä vertailulauseilla voidaan tehdä ohjelmoinnissa.” Arvioi asteikolla 1-5, kun 1=täysin eri mieltä, 5=täysin samaa mieltä
4. “Ymmärrän mitä toistolauseilla tehdään ohjelmoinnissa.” Arvioi asteikolla 1-5, kun 1=täysin eri mieltä, 5=täysin samaa mieltä
5. Kuinka paljon tykkäsit pelistä? Arvioi asteikolla 1-5, kun 1=en pitänyt ollenkaan, 5=pidin todella paljon
6. Miltä tuntui pelata peliä? Mitä mieltä olit pelistä?
7. Mitä mieltä olit pelin kuvituksista? Arvioi asteikolla 1-5, kun 1=en pitänyt ollenkaan, 5=pidin todella paljon
8. Kuinka paljon ohjelmointi kiinnostaa sinua nyt? Arvioi asteikolla 1-5, kun 1=ei kiinnosta ollenkaan, 5=kiinnostaa todella paljon
9. Kuinka helppo peli oli? Arvioi asteikolla 1-5, kun 1=todella vaikea, 5=todella helppo
10. Muuta kommenttia?

Ilmeikäs versio annettiin lisäksi kokeiltavaksi neljän hengen kokoiselle ryhmälle, jonka jäsenet olivat 26-30 vuotta vanhoja naisia ja miehiä. Yhdellä heistä oli ohjelmointikokemusta ennestään. Osallistujat pelasivat peliä heidän omissa kodeissaan omilla tietokoneillaan Internet-selaimilla. Pelaamisen käytettävää aikaa ei oltu rajoitettu. He täyttivät samat kyselykaavakkeet kuin peruskoulun luokka.

Lisätutkimus toteutettiin, koska vertailuna tahdottiin selvittää kokevatko vanhemmat pelaajat ymmärtäneensä opeteltavat asiat paremmin ja suoriutuvatko vanhemmat pelaajat nopeammin pelin tehtävistä. Pelaajat valittiin tutkimukseen, koska he olivat kiinnostuneita oppimaan ohjelmoimaan ja kokeilemaan peliä. Osallistujien lukumäärän ja heidän innostuksensa ohjelmointia kohtaan takia tutkimukseen valittiin pelistä pelkkä ilmeikäs versio kokeiltavaksi.

Kyselykaavakkeilla pystyttiin selvittämään pelaajien mielipiteitä pelistä, ohjelmoinnista ja oppimateriaalin koetun ymmärryksen. Tietokantaa kerätyistä tiedoista nähtiin kuhunkin teoriaosuuteen ja tehtävään kunkin pelaajan käyttämä ajan määrä. Kyselykaavakkeiden vastauksia ja peliin käytettyä aikaa analysoimalla pystyttiin selvittämään ryhmien eroja nopeudessa ja pelaajien kokema pelin versioiden mielekkyys. Tutkimuksessa analysoitiin vastausten varianssia eli vaihtelevuutta odotusarvosta ja tutkittiin poikkeavatko ryhmien tulokset toisistaan merkittävästi. Tulokset laskettiin yksisuuntaisella t-testillä [1]. Tutkimuksen t-testi on riippumaton otoksista (independent samples t-test) eli tutkimus vertaa erillisiä ryhmiä keskenään. Tutkimusasetelman rajoitteet käydään läpi ja niitä analysoimalla selvitetään syitä tuloksiin.



## 5 Tapaustutkimuksen tulokset ja analyysi

Tässä luvussa esitellään tapaustutkimuksesta saatuja tuloksia. Aliluvut 5.1, 5.2, 5.3 ja 5.4 käsittelevät tutkimuksen tuloksia asenteiden, ajankäytön, koe-tun ymmärryksen ja pienryhmän kannalta. Aliluvussa 5.5 vedetään johtopäätöksiä tutkimuksen tuloksista. Tapaustutkimuksen oppimispelille esitetään muutosehdotuksia aliluvussa 5.6.

### 5.1 Asenteet

Peliä kokeilevat peruskoululaiset kokivat pelin tehtävät vaikeiksi ja heillä huomattiin keskittymisvaikeuksia. Tarina ja kuvitukset eivät onnistuneet helpottamaan ohjelmoinnin oppimista. Pelaajien kiinnostus ohjelmointia kohtaan oli alhainen ennen peliä eikä se ollut noussut pelin pelaamisen jälkeen.

Muuttuja	Kokeellinen ryhmä (n=8)	Kontrolli-ryhmä (n=9)	p-arvo
Kiinnostus ohjelmointiin ennen peliä	1,63 ( $\sigma=0,74$ )	2,72 ( $\sigma=1,23$ )	0,07

Taulukko 5.1: Ryhmien kiinnostuksen keskiarvot arvoasteikolla yhdestä viiteen, keskihajonnat ja p-arvo

Kiinnostuksen arvoasteikko oli yhdestä viiteen, jossa yksi oli “ei kiinnosta ollenkaan” ja viisi oli “kiinnostaa todella paljon”. Kokeellisen ryhmän ja kontrolliryhmän kiinnostus ohjelmointia kohtaan oli alhainen ennen peliä (Taulukko 5.1). Kokeellisen ryhmän kiinnostus oli alhaisempi. Molempien ryhmien kiinnostus ohjelmointiin laski pelin pelaamisen jälkeen (Taulukko 5.2). Keskihajonnoista voimme havaita, että kummassakaan ryhmässä ei ollut suurta vaihtelua mielipiteiden suhteen. Kontrolliryhmässä mielipiteet vaihtelivat enemmän kuin kokeellisen ryhmän mielipiteet. Ryhmien välillä ei

Muuttuja	Kokeellinen ryhmä (n=8)	Kontrolliryhmä (n=9)	p-arvo
Kiinnostus ohjelmointiin pelin jälkeen	1,37 ( $\sigma=0,74$ )	2,0 ( $\sigma=1,09$ )	0,27
Pelin mielekkyys	2,12 ( $\sigma=1,13$ )	2,0 ( $\sigma=1,22$ )	0,81
Pelin ku- vituksien mielekkyys	2,88 ( $\sigma=1,25$ )	2,0 ( $\sigma=1,0$ )	0,13
Pelin help- pous	1,87 ( $\sigma=1,64$ )	1,44 ( $\sigma=0,74$ )	0,50

Taulukko 5.2: Ryhmien palautteen keskiarvoja arvoasteikolla yhdestä viiteen, keskihajonnat ja p-arvot

ollut tilastollisesti merkittäviä eroja. Pieni osallistujien lukumäärä todennäköisesti vaikuttaa siihen, ettei merkittäviä eroja löytynyt. Kontrolliryhmässä oli kaksi pelaajaa, joilla oli selkeästi enemmän kiinnostusta ohjelmointiin kuin muilla pelaajilla tutkimuksessa. Heidän kiinnostuksensa keskiarvo laski vain vähän.

Pelistä pidettiin molemmissa ryhmissä keskimäärin yhtä paljon (taulukko 5.2). Kokeellinen ryhmä ja kontrolliryhmä ovat keskimäärin pitäneet pelistä keskivertoa vähemmän. Arvoasteikko oli yhdestä viiteen, jossa yksi oli “en pitänyt ollenkaan” ja viisi oli “pidin todella paljon”. Kokeellinen ryhmä on pitänyt pelistä hieman enemmän kuin kontrolliryhmä.

Jälkimmäisessä kyselykaavakkeessa pelaajilta kysyttiin heidän mielipidettensä pelistä ja he saivat lisäksi antaa pelistä palautetta halutessaan. Kontrolliryhmä piti peliä vaikeana ja tylsänä ja toivoi sen olevan värikkäämpi. Kokeellinen ryhmä antoi vaikeuden lisäksi palautetta, että peli on hauska,

hieno ja outo.

Pelin kuvituksien arvoasteikko oli yhdestä viiteen, jossa yksi oli “en pitänyt ollenkaan” ja viisi oli “pidin todella paljon”. Kokeellinen ryhmä piti pelin kuvituksista hiukan keskivertoa vähemmän ja kontrolliryhmä vielä vähemmän kuin kokeellinen ryhmä. Kokeellisen ryhmän version kuvituksista pidettiin kuitenkin enemmän.

Kokeellisen ryhmän pelaajat kokivat pelin yhtä lailla vaikeaksi, ja osa pelaajista totesi pelin sopivan niille, jotka ovat kiinnostuneita ohjelmoinnista ja matematiikasta. Pelin helppousasteikko oli yhdestä viiteen, jossa yksi oli “todella vaikea” ja viisi oli “todella helppo”. Kummatkin ryhmät pitivät peliä vaikeana. Kontrolliryhmä on kokenut pelin vaikeampana kuin kokeellinen ryhmä. Ohjelmointi koetaan yleisesti vaikeana oppia ja suurin osa pelaajista koki pelin vaikeaksi. Kokeellisen ryhmän versio on kuitenkin koettu helpommaksi.

Pelin, pelin kuvituksien mielekkyyden ja pelin helppouden keskihajonnat ovat alhaiset molemmissa ryhmissä, joten palautteessa ei ole ollut paljoa vaihtelua pelaajien välillä. Keskihajonnan mukaan eniten vaihtelua on ollut kuitenkin kokeellisen ryhmän palautteessa pelin helppoudesta. Tämä viittaa, että osa kokeellisesta ryhmästä on kokenut pelin selkeästi helpommaksi kuin toiset. Toiseksi vähiten vaihtelua on ollut kontrolliryhmän palautteessa pelin helppoudesta. Tämä kertoo kontrolliryhmän pelaajien kokeneen samantasoisesti pelin vaikeaksi. Ryhmien välillä ei ollut merkittäviä tilastollisia eroja.

Kokeellisen ryhmän kiinnostus ohjelmointiin oli alhaisempi kuin kontrolliryhmän ennen ja jälkeen pelin pelaamisen. Alhaisemmasta kiinnostuksesta huolimatta kokeellinen ryhmä on kokenut pelin helpommaksi ja mielekkäämmäksi.

## 5.2 Ajankäyttö

Tarkastellaan seuraavaksi peruskoululaisten ajankäyttöä (Taulukko 5.3). Peliin yhdistetystä tietokannasta nähdään kunkin pelaajan käyttäneen kunkin teoriaosuuden lukemiseen aikaa keskimäärin alle minuutin. Ajankäytön vähäisyys viittaa pelaajien sivuuttaneen teoriaosuudet. Tämä mahdollisesti selittää miksi he kokivat tehtävät vaikeiksi.

Teoria	Kokeellinen ryhmä (n=8*)	Kontrolli-ryhmä (n=9*)	p-arvo
Tulostaminen	1,20 ( $\sigma=0,68$ )	1,66 ( $\sigma=0,73$ )	0,18
Muuttujat	0,89 ( $\sigma=1,32$ )	0,75 ( $\sigma=0,79$ )	0,65
Kokonaisluvut	0,84 ( $\sigma=1,07$ )	0,73 ( $\sigma=0,68$ )	0,72
Funktiot	0,54 ( $\sigma=1,09$ )	0,40 ( $\sigma=0,38$ )	0,68
Vertailulauseet	-	-	-
Toistolauseet	-	-	-

Taulukko 5.3: Ryhmien käyttämät keskimääräiset ajat minuuteissa teoriaosioiden lukemiseen, keskihajonnat ja p-arvot. Tyhjillä riveillä ei ole tuloksia, koska pelaajat eivät ehtineet näihin teoriaosioihin. \*Pelaajien lukumäärä

Teoriaosuuksia on kuusi ja pelaajat pääsivät neljänteen teoriaosuuteen, funktioihin, asti kummassakin ryhmässä. Kokeellisen ryhmän jäsenet käyttivät keskimäärin aikaa kuhunkin teoriaosioon 0,87 minuuttia. Kontrolliryhmän keskimääräinen aika kuhunkin teoriaosioon oli 0,89 minuuttia. Kokeellisen ryhmän jäsenet ovat lukeneet teoriaosuudet nopeammin ja mahdollisesti ymmärtäneet ne nopeammin. Keskihajontojen mukaan teoriaosuuksiin käytetysä ajassa ei ollut suurta vaihtelua pelaajien välillä. Tilastollisesti merkittäviä eroja ryhmien välillä ei ollut.

Pelissä on yhdeksän tehtävää, ja neljä pelaajaa kummastakin ryhmästä pääsi tehtävään kolme asti (Taulukko 5.4). Kokeellisen ryhmän pelaajat

Tehtävä	Kokeellinen ryhmä (n=8*)	Kontrolli- ryhmä (n=9*)	p-arvo
1	6,47 ( $\sigma=6,25$ )	4,35( $\sigma=5,20$ )	0,45
2	9,81 (*n=5) ( $\sigma=3,03$ )	6,88( $\sigma=3,65$ )	0,72
3	9,67 (*n=4) ( $\sigma=5,13$ )	9,68(*n=4) ( $\sigma=3,22$ )	0,99
4	-	-	-
5	-	-	-
6	-	-	-
7	-	-	-
8	-	-	-
9	-	-	-

Taulukko 5.4: Ryhmien käyttämät keskimääräiset ajat minuuteissa tehtäviin, tehtävien suorittaneiden pelaajien lukumäärät, keskihajonnat ja p-arvot. Tyhjillä riveillä ei ole tuloksia, koska pelaajat eivät ehtineet näihin tehtäviin.  
\*Pelaajien lukumäärä

käyttivät keskimäärin aikaa tehtävän tekemiseen 8,65 minuuttia ja kontrolliryhmän pelaajat käyttivät 6,97 minuuttia. Kontrolliryhmä on keskimäärin suoriutunut nopeammin tehtävistä kuin kokeellinen ryhmä. Tehtävien suorituksen ajoissa on ollut suurempaa vaihtelua kuin teoriaosuuksissa, koska tehtävien suorituksen ajoissa keskihajonnat ovat olleet suurempia kuin teoriaosuuksien lukemisen keskihajonnat. Suurinta vaihtelua on ollut kokeellisen ryhmän ensimmäisen tehtävän suorituksessa. Ensimmäinen ja tarkoitettusti helpoin tehtävä on jo jakanut pelaajat nopeudessa ryhmiin. Ryhmien välillä ei ollut merkittäviä tilastollisia eroja.

### 5.3 Koettu ymmärrys

Kokeellisen ryhmän pelaajat kokivat ymmärtäneensä muuttujat paremmin kuin kontrolliryhmän pelaajat (Taulukko 5.5). Kuitenkin kontrolliryhmän pelaajat kokivat ymmärtäneensä paremmin funktiot kuin kokeellisen ryhmän pelaajat. Kyselyssä pelaajille ensin esitettiin väite ohjelmointikäsitteen ymmärryksestä, esimerkiksi “Ymmärrän mitä funktiot ovat ohjelmoinnissa.”, jonka jälkeen he arvioivat arvoasteikon mukaan ymmärryksensä tason. Ymmärrystä arvioitiin arvoasteikolla yhdestä viiteen, jossa yksi oli “täysin eri mieltä” ja viisi oli “täysin samaa mieltä”. Keskihajonnat ovat pieniä, joten pelaajien välillä ei ole ollut paljoa vaihtelua koetussa ymmärryksessä. Pelaajat ovat saavuttaneet karkeasti saman tason ymmärryksen. Merkittäviä eroja tilastollisesti ei ollut ryhmien välillä.

Oppiminen	Kokeellinen ryhmä (n=8*)	Kontrolli-ryhmä (n=9*)	p-arvo
Muuttujien ymmärrys	2,0 ( $\sigma=0,93$ )	1,89 ( $\sigma=0,89$ )	0,61
Funktioiden ymmärrys	1,37 ( $\sigma=0,52$ )	1,83 ( $\sigma=0,87$ )	0,26
Vertailulauseiden ymmärrys	-	-	-
Toistolauseiden ymmärrys	-	-	-

Taulukko 5.5: Ryhmien keskiarvoja arvoasteikolla yhdestä viiteen, keskihajonnat ja p-arvot. Tyhjillä riveillä ei ole tuloksia, koska pelaajat eivät ehtineet näihin teoriaasioihin.

Kokeellisen ryhmän pelaamassa versiossa teoriaasioissa ohjelmointikieli

korostettiin omalla värillään, jotta ymmärrettäisiin ohjelmointiesimerkkien pituus. Värillä korostaminen ei riittänyt vaan pelaajilla oli vaikeuksia ymmärtää niiden päättymiskohta. Tämä huomattiin, kun pelaajat tekivät tehtäviä.

## 5.4 Pienryhmä

Erillisen pienryhmänkin pelaajat kokivat pelin vaikeaksi. Pelistä pääsi läpi pelaaja, jolla oli ennestään ohjelmointikokemusta. He käyttivät keskimäärin 2,25 minuuttia kunkin teoriaosuuden lukemiseen (taulukko 5.6) ja kokivat ymmärtäneensä teoriaosuudet paremmin kuin kumpikaan peruskoulun ryhmistä (taulukko 5.7). He ovat jaksaneet keskittyä lukemaan ajatuksella teoriaosuudet läpi, mutta opitun soveltaminen tehtävissä on ollut silti vaikeaa. Keskihajonnoista näkee, että muuttujat- ja funktiot-teoriaosuuksissa ei ole ollut paljoa vaihtelua pelaajien välillä. Vertailu- ja toistolauseet teoriaosuuksissa on taas enemmän vaihtelua ja näistä enemmän toistolauseissa. Vertailu- ja toistolauseiden voidaan ajatella tuottavan eniten eroja ohjelmoinnin käsitteiden oppimisen nopeuden kanssa.

Teoria	Pienryhmä (n=4*)
Tulostaminen	1,67 ( $\sigma=0,80$ )
Muuttujat	1,84 ( $\sigma=1,83$ )
Kokonaisluvut	1,05 ( $\sigma=0,89$ )
Funktiot	3,89 ( $\sigma=2,64$ )
Vertailulauseet	3,43 ( $\sigma=1,84$ )
Toistolauseet	1,63 (*n=2) ( $\sigma=2,57$ )

Taulukko 5.6: Pienryhmän teoriaosioiden käyttämät keskimääräiset ajat minuuteissa, teoriaosioiden lukeneiden pelaajien lukumäärät ja keskihajonnat

Pienryhmän pelaajat selvisivät helposti ensimmäisestä tehtävästä, mutta kokivat tehtävät vaikeiksi toisesta tehtävästä eteenpäin. Ensimmäiseen tehtävään ryhmä käytti keskimäärin aikaa 0,97 minuuttia ja seuraavaan teh-

Oppiminen	Pienryhmä (n=4)
Muuttujien ymmärrys	3,5 ( $\sigma=1,29$ )
Funktoiden ymmärrys	3,5 ( $\sigma=1,29$ )
Vertailulauseiden ymmärrys	2,5 ( $\sigma=1,91$ )
Toistolauseiden ymmärrys	2,0 ( $\sigma=2,0$ )

Taulukko 5.7: Pienryhmän keskiarvoja arvoasteikolla yhdestä viiteen ja keskihajonnat

Tehtävä	Pienryhmä (n=4*)
1	0,97 ( $\sigma=0,33$ )
2	22,21 ( $\sigma=15,14$ )
3	14,97 (*n=3) ( $\sigma=15,87$ )
4	18,76 (*n=2) ( $\sigma=15,46$ )
5	11,16 (*n=2) ( $\sigma=4,39$ )
6	9,95 (*n=1)
7	10,35 (*n=1)
8	12,63 (*n=1)
9	20,17 (*n=1)

Taulukko 5.8: Pienryhmän tehtäviin käyttämät keskimääräiset ajat minuuteissa, tehtävän suorittaneiden pelaajien lukumäärät ja keskihajonnat

tävään 22,21 minuuttia (taulukko 5.8). Ensimmäisen tehtävän ajankäytön keskihajonta on alhainen, joten pelaajien välillä ei ole ollut paljoa vaihtelua nopeudessa. Muiden tehtävien keskihajonnat ovat huomattavasti suurempia



kuin tutkimuksen minkään muun osion keskihajonnat. Vaihtelu pelaajien välillä on ollut suuri näihin tehtäviin käytetyssä ajassa. Eniten vaihtelua on ollut tehtävässä numero kolme, jossa testattiin muuttujiin tallentamista ja funktioiden käyttöä.

Muuttuja	Pienryhmä (n=4)
Kiinnostus ohjelmointiin ennen peliä	4,0 ( $\sigma=0,82$ )

Taulukko 5.9: Pienryhmän kiinnostuksen palautteen keskiarvo arvoasteikolla yhdestä viiteen ja keskihajonta

Muuttuja	Pienryhmä (n=4)
Kiinnostus ohjelmointiin pelin jälkeen	4,0 ( $\sigma=0,82$ )
Pelin mielekkyys	3,38 ( $\sigma=0,48$ )
Pelin kuvituksen mielekkyys	4,25 ( $\sigma=0,96$ )
Pelin helpous	1,75 ( $\sigma=0,96$ )

Taulukko 5.10: Pienryhmän palautteen keskiarvoja arvoasteikolla yhdestä viiteen ja keskihajonnat

Pelaajien kiinnostus ohjelmointia kohtaan pysyi ennallaan ennen peliä ja pelin jälkeen (taulukko 5.9 ja taulukko 5.10). Pelaajat osoittivat palautteessa kiinnostustaan ohjelmointia kohtaan. Palautteesta kävi ilmi, että he halusivat ymmärtää miksi jokainen ohjelmointikomento piti tehdä vaaditulla tavalla,

miksi tämä merkki tai sana tulee juuri tiettyyn kohtaan ja mitä se merkitsee. Teoriaosiot eivät näin ollen syventyneet tarpeeksi ohjelmoinnin käsitteisiin vanhempien pelaajien mielestä. Pienryhmä piti pelistä ja pelin kuvituksista enemmän kuin kokeellinen ryhmä tai kontrolliryhmä. Pienryhmä koki pelin yhtä lailla vaikeaksi kuin muut ryhmät. Palautteiden keskihajonnat ovat alhaisia, joten he ovat pitäneet yhtä lailla pelistä ja pelin kuvituksista ja kokeneet pelin yhtä lailla vaikeaksi.

## 5.5 Tulosten tulkinta

Tapaustutkimuksen tulokset olivat yllättäviä, koska tuloksien odotettiin olevan selkeästi positiivisia. Tuloksista ei näy, että pelin pelaaminen olisi helpottanut ohjelmoinnin oppimista. Ilmeikkäiden kuvituksien ryhmä piti pelistä ja kuvituksista enemmän, mikä voi motivoida opiskelemaan enemmän. Muissa tutkimuksissa kuvituksien vaikutuksesta oppimiseen on saatu selkeitä positiivisia tuloksia. Ilmeikkäiden kuvituksien ryhmät ovat saaneet tutkimuksien jälkeisissä kokeissa paremmat tulokset kuin neutraalien kuvituksien ryhmät. Tapaustutkimuksen tulokset eivät vastanneet odotuksia.

Kokeellisen ryhmän ja kontrolliryhmän kiinnostus ohjelmointia kohtaan laski pelin jälkeen (Taulukko 5.1 ja 5.2). Kiinnostus oli kuitenkin alhainen jo ennen pelin pelaamista. Kummatkin ryhmät pitivät peliä vaikeana, mutta kontrolliryhmä piti peliä vaikeampana. Tähän mahdollisesti vaikutti kuvitukset.

Ohjelmointiin on vaikea herättää kiinnostusta pelin muodossakin. Pelin vaikeus on vaikuttanut pelaajien kiinnostukseen, joten ohjelmoinnin oppimispelin pitää olla helppo, jotta aloittelijat eivät lannistu siitä ja menetä kiinnostustaan. Kokeellinen ryhmä piti pelistä ja pelin kuvituksista enemmän kuin kontrolliryhmä. Ilmeikäs versio on koettu vähemmän vaikeana ja siitä on pidetty enemmän kuin neutraalista versiosta, joten pelikonseptilla ja ilmeikkäillä kuvituksilla on mahdollisesti potentiaalia opetusvälineenä. Ko-

keellinen ryhmä käytti keskimäärin enemmän aikaa tehtäviin ja vähemmän aikaa teoriaosuuksien lukemiseen. Ilmeikkäät kuvitukset ovat mahdollisesti helpottaneet teoriaosuuksien ymmärtämistä. Kokeellinen ryhmä koki ymmärtäneensä ensimmäisen teoriaosuuden paremmin, mikä viittaa, että ilmeikkäät kuvitukset ovat auttaneet tässä.

Pienryhmän kiinnostus ohjelmointiin pysyi samana pelin jälkeen. Tämän mukaan ilmeikkäät kuvitukset eivät ole vaikuttaneet negatiivisesti pelaajiin ja ovat pelikonseptin kanssa mahdollisia potentiaalisia opetusvälineitä. Pienryhmä piti peliä vaikeampana kuin kokeellinen ryhmä ja helpompana kuin kontrolliryhmä. Ilmeikäs versio on koettu helpommaksi, siitä ja sen kuvituksista pidettiin enemmän, joten on potentiaalia lähteä kehittämään ilmeikästä versiota opetusvälineenä. Teorioihin ja tehtäviin käytettiin pienryhmässä enemmän aikaa kuin kokeellisessa ryhmässä ja kontrolliryhmässä. Pienryhmä pääsi tehtävissä kuitenkin pidemmälle ja ryhmä koki ymmärtäneensä materiaalin muita ryhmiä paremmin, mikä viittaa ilmeikkäiden kuvituksien auttaneen tehtävissä. Pienryhmä oli vahvasti erilainen kuin kokeellinen ryhmä tai kontrolliryhmä iän ja kiinnostuksen puolesta, mikä selittää tuloksia. Tästä voidaan päätellä, että vaihteleva kokemus liittyy ryhmään.

Ilmeikkäiden kuvituksien ryhmä oli nopeampi teoriaosioissa kuin neutraalien kuvituksien ryhmä. Toisen ohjelmointia opettavan emotionaalisen tutkimuksen tulokset näyttivät, että ilmeikkäiden kuvituksien ryhmä on mahdollisesti oppinut nopeammin oppimateriaalin. Tähän on voinut vaikuttaa kuvitukset, jotka ovat selventäneet ohjelmoinnin käsitteitä nopeammin. Tapaustutkimuksen asetelma ja tulokset olivat samankaltaisia kuin toisen ohjelmointia opettavan emotionaalisen tutkimuksen asetelma ja tulokset. Ilmeikkäät kuvitukset eivät olleet parantaneet oppimista ja ainoa positiivinen tulos oli ilmeikkäiden kuvituksien ryhmien nopeampi suorituminen.

Samoja tuloksia ei saavutettu niin kuin muissa kuvituksien ja emotionaalisen suunnittelun tutkimuksissa. Mayer ja Gallini lisäsivät tutkimukses-

saan oppimateriaaliinsa aiheeseen liittyviä kuvituksia ja tuloksena kuvallisen esitteen ryhmä menestyi paremmin kokeessa kuin kuvitukseton ryhmä [24] (s.432). Tämän tutkielman asetelmassa toisessa oppimateriaalissa ei ollut kuvituksia toisin kuin tapaustutkimuksen asetelmassa kummassakin oppimateriaalissa on kuvitukset. Kuvituksellinen materiaali kuitenkin tuotti selkeitä positiivisia tuloksia toisin kuin kumpikaan tapaustutkimuksen oppimateriaali. Umin ynnä muiden tutkimuksessa toiseen oppimateriaaliin lisättiin ilmeikkäitä ja värikkäitä kuvituksia ja toisessa oppimateriaalissa oli persoonattomia kaavioita [9]. Ilmeikkäiden kuvituksien ryhmä suoriutui kokeessa paremmin. Tapaustutkimuksen asetelma oli samankaltainen, mutta ilmeikkäiden kuvituksien ryhmä ei suoriutunut selkeästi paremmin kuin neutraalien kuvituksien ryhmä. Tähän voi vaikuttaa, että muut tutkimukset on suoritettu korkeakoulun opiskelijoilla, kun tapaustutkimus suoritettiin peruskouluikäisille. Muut tutkimukset on suoritettu laboratorio-olosuhteissa, kun tapaustutkimuksen olosuhteet olivat peruskoulun tiloissa. Tämä voi lisäksi vaikuttaa tutkimustuloksiin.

Peruskoululaisten tutkimuksen tuloksiin vaikutti negatiivisesti ryhmien jako, toisen ryhmän häiriköinti ja ympäristötekijät. Ryhmiä ei oltu jaettu tasaisesti ohjelmoinnin kiinnostuksen mukaan. Kontrolliryhmässä oli enemmän pelaajia, joilla oli korkeampi kiinnostus ohjelmointiin kuin kokeellisessa ryhmässä. Pelaaminen tapahtui koulun tiloissa ja kokeellisen ryhmän suoriutumista häiritsi tutkimuksen ulkopuoliset oppilaat. Ryhmät piti erottaa toisistaan, mutta ei ollut tarpeeksi sopivia luokkia tarjolla. Kontrolliryhmä jäi omaan luokkaansa, mutta kokeellinen ryhmä joutui käytävälle. Käytävällä liikkui paljon muita oppilaita, jotka tulivat häiritsemään pelaamista. Tutkimus suoritettiin iltapäivällä ja oli oppilaiden viimeinen tunti, mikä on mahdollisesti vaikuttanut pelaajien keskittymiseen negatiivisesti.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että kuvitukset eivät merkittävästi helpottaneet teoriaosuuksia eivätkä luoneet lisää kiinnostusta lukemaan niitä

nuorempien keskuudessa. Kuvituksista pidettiin, mutta teoriaosioihin ei joko käytetty paljoa aikaa tai sitten käytettiin, mutta silti ei osattu soveltaa opittua ilman vaikeuksia.

Pelikonsepti, tarina ja kuvitukset ovat yhdessä luoneet potentiaalia kiinnostavampana tapana oppia, koska kokeellisen ryhmän kiinnostus laski vähemmän pelin jälkeen ja pienryhmässä ei ollenkaan. Kiinnostuksen laskun voidaan olettaa johtuvan pelin vaikeudesta ja monen pelaajan valmiista vähäisestä kiinnostuksesta ohjelmointiin. Ennen ja jälkeen pelin pelaamisen kokeellisen ryhmän kiinnostus ohjelmointiin oli alhaisempi kuin kontrolliryhmän, mutta silti kokeellinen ryhmä koki pelin helpommaksi ja mielekkäämmäksi. Tämä tukee tarinan ja ilmeikkäiden kuvituksien potentiaalia helpottaa oppimista. Kokeellisen ja pienryhmän palaute pelistä tukee potentiaalia, koska he ilmoittivat pitäneensä pelistä enemmän kuin mitä kontrolliryhmä piti.

Tehtävien yksi ja kaksi välillä oli liian suuri hyppy vaikeusasteessa, mikä nähdään käytetyn ajan määrän erossa tehtävien välillä. Toiseen tehtävään käytettiin huomattavasti enemmän aikaa kuin ensimmäiseen tehtävään. Tästä voidaan päätellä, että ohjelmointitehtävät vaikeutuivat liian nopeasti ja teoriaosuuksissa tuli kerralla liian paljon informaatiota, jota piti osata soveltaa tehtävissä. Tehtävät on hajoitettava pienempiin osiin, että jokainen tiedon pala varmasti ymmärretään. Ohjelmoinnin oppiminen koetaan vaikeana ja on muitakin ohjelmoinnin oppimispelejä, jotka ovat osoittautuneet vaikeiksi pelaajille [25].

Ohjelmointi koetaan vaikeana, ja on kehitettävä keinoja sen oppimisen helpottamiseksi, koska oppijoilla on motivaatiota oppia. Ohjelmointitehtäviä on jaettava pienempiin osiin, jotta pystytään harjoittelemaan yksittäisiä teoriaosioita tarkemmin, sisäistämään ne paremmin ja ymmärtämään niiden tarkoitus. Kokeellinen ryhmä ja pienryhmä pitivät pelistä ja pelin kuvituksista enemmän kuin kontrolliryhmä, mikä tukee tarinan ja kuvituksien potentiaalia helpottamaan oppimista. Tutkimus pitää toistaa isommalla otoksella.

## 5.6 Laadulliset muutosehdotukset

Tapaustutkimuksen tutkimusasetelmassa ja oppimispelissä on kehitettävää. Laadullinen muutosehdotus tulevia tutkimuksia varten on testiryhmän jakaminen tasaisesti. Pelin kehittämisen laadullisia muutosehdotuksia ovat tehtävien koon pienentäminen, oppimateriaalin rajaaminen, ohjelmointivihjeiden esitystavan selventäminen, ääneenlukeminen ja ohjeiden lisääminen.

Ryhmien jako ei ollut tasainen. Tulevissa tutkimuksissa tasainen jako voidaan saada aikaan pyytämällä täyttämään kyselykaavake ennen ryhmiin jakamista ja pelin pelaamista. Kyselykaavake selvittää pelaajien kiinnostuksen tason ja kokemuksen ohjelmoinnista. Vastauksien mukaan ryhmien jäsenet pystytään jakamaan tasaisesti.

Ohjelmointitehtävät koettiin liian vaikeiksi. Vaikeuteen vaikutti mahdollisesti tehtävien laajuus. Tehtävät pitää jakaa mahdollisimman pieniin osiin, jotta mikään ohjelmoinnin osan merkitys ei jää epäselväksi. Tehtävien laajuuteen voi vaikuttaa rajaamalla oppimateriaalia tiukemmin.

Oppimateriaalin sisältö laajeni liian nopeasti aloittelijoille. Esimerkiksi funktiot tuottivat selkeästi vaikeuksia ja ne kannattaa ottaa mukaan vasta myöhemmin tai seuraavissa peleissä. Liian laajaa oppimateriaalin sisältöä kannattaa välttää. Oppimateriaalin pitää olla selkeä, mahdollisimman suppea ja helposti ymmärrettävä.

Oppimateriaalin ohjelmointivihjeet ja -esimerkit jäivät epäselviksi osalle pelaajista. Niiden sisältöä pitää korostaa ja niitä pitää tarjota pelaajille, jotta he voivat hyötyä niistä. Vihjeiden ja esimerkkien päättymispisteen pitää olla selkeä ja mikä kuuluu ohjelmointikieleen ja mikä luonnolliseen kieleen. Ohjelmointivihjeitä voi selventää hahmo, joka selittää ne ääneen. Silloin niiden alku ja loppu eivät jää epäselviksi.

Pelin oppimateriaali on mahdollista vain lukea läpi. Osa ihmisistä oppii paremmin kuuntelemalla, joten kuuntelun mahdollisuus voi helpottaa osalle pelaajista oppimateriaalin ymmärtämistä. Kuuntelun mahdollisuus voi lisätä

pelin tuntua. Oppimateriaalin ja pelielementtien tarkoituksien selittäminen ääneen mahdollisesti helpottaa pelin pelaamista ja oppimista.

Pelin elementtien tehtävät olivat välillä epäselviä, esimerkiksi joidenkin nappien ja tekstikenttien tehtävät. Peli tarvitsee ohjeet, jotka selittävät mitä pelin elementit tekevät, kun pelaajat tulevat heille uuteen pelitilanteeseen (setting). Ohjeet on pakko käydä läpi ennen kuin pystyy jatkamaan peliä. Pelaajat saavat päättää ohjeiden tahdin, jotta heiltä ei mene ohi mikään kohta.

## 6 Yhteenveto

Tätä tutkielmaa varten toteutettiin tutkimus kuvituksien vaikutuksesta oppimiseen. Vaikutusta lähdettiin selvittämään ohjelmoinnin oppimispelillä, joka tehtiin tutkimusta varten. Pelikonsepti valittiin oppimateriaalin muodoksi pelien puoleensavetävyyden, motivoivuuden ja sitovuuden takia. Peleistä tekee motivoivia muun muassa niiden välittömät palkkiot ja palaute.

Tutkielman oppimispelistä tehtiin kaksi versiota, joista toisessa on ilmeikkäät kuvitukset ja toisessa neutraalit kuvitukset. Ilmeikkäiden kuvituksien tarkoitus on helpottaa oppimista. Neutraalien kuvituksienkin odotetaan helpottavan oppimista, mutta ei yhtä paljon kuin ilmeikkäiden. Kuvitukset ja teksti johtavat yhdessä pitkäaikaiseen oppimiseen ja muistamiseen. Ilmeikkäillä kuvituksilla halutaan vähentää oppijoiden epäonnistumisen pelkoa ja helpottaa palautteen vastaanottamista.

Pelin kuvitukset laitettiin siihen liittyvän tekstin läheisyyteen spatiaalisen kontaktiperiaatteen mukaan. Aloittelijat tarvitsevat kuvituksia, koska he eivät osaa vielä muodostaa päässään opeteltavasta aiheesta kuvia, jotka auttavat ymmärtämään. Tästä syystä kuvituksien on tärkeää olla mukana, kun oppimateriaali suunnitellaan aloittelijoille. Pelin kuvitukset ovat vain ohjelmointiin liittyviä. Johdonmukaisuusperiaatteen mukaan kuvitukset eivät saa olla pelkästään koristeellisia, koska silloin ne eivät tue oppimista vaan vievät keskittymistä muualle.

Peruskouluikäisten luokka ja 20-30-vuotiaista koostuva pienryhmä testasi tutkimuksen peliä. Peruskouluikäiset jaettiin kahtia kokeelliseen ryhmään, joka pelasi ilmeikästä versiota ja kontrolliryhmään, joka pelasi neutraalia versiota. Pienryhmä pelasi ilmeikästä versiota. Ryhmät kokivat pelin vaikeaksi ja kiinnostus ohjelmointia kohtaan ei kasvanut. Ilmeikästä versiota pelanneet pitivät pelistä selvästi enemmän kuin neutraalia versiota pelanneet.

Ilmeikkäillä kuvituksilla ja pelikonseptilla oppimateriaalin muotona on potentiaalia helpottaa oppimista, mihin tutkimuksen pelin pelaaminen viit-



taa. Ilmeikäs versio koettiin mielekkäämpänä ja helpompana kuin neutraali versio, joten ilmeikkäillä kuvituksilla on mahdollisesti vaikutusta helpotettuun oppimiseen. Tutkimuksen pelin pelaaminen on lisännyt varmuutta, että ilmeikkäät kuvitukset helpottavat oppimista.

Tapaustutkimuksen pelin seuraavaan versioon on tarkoitus pilkkoa ohjelmointitehtävät pienempiin osiin, jättää funktiot pois teoriaosuudesta, vaihtaa ohjelmointivihjeiden esitystapaa ja lisätä materiaalin ääneen lukeminen. Ohjelmointitehtäviä pitää hajottaa pienempiin osiin, jotta pelaajat ymmärtävät jokaisen ohjelmointikomennon merkityksen kunnolla. Tutkimuksen suorittamisen jälkeen teoriaosioiden ääneen selittäminen vaikuttaa pakolliselta ominaisuudelta, koska oletettavasti peruskoululaiset sivuuttivat teoriaosuudet lukematta niitä tarkasti. Teoriaosuuksien sivuuttaminen on oletettavasti yksi syy, että heillä oli paljon vaikeuksia suorittaa ohjelmointitehtäviä.

Tarvitaan lisää tutkimuksia, jotka määrittelevät minkälaisia tekstin rinnalla olevien kuvitusten pitää olla, että ne parantavat ja innostavat oppimista. Ovatko asialliset kuvitukset riittäviä vai tarvitaanko ihmismäisiä ja mahdollisesti humoristisia kuvituksia helpottamaan oppimista ja herättämään kiinnostusta. On pohdittava, että riittävätkö pelkät kuvitukset auttamaan oppimisessa? Vaikuttaa siltä, että oppimisen innostamiseen tarvitaan selkeyttävien kuvitusten lisäksi vielä jotain muuta. Pelit voivat olla ratkaisu motivoimaan oppimaan. Miten saadaan ihmiset pelaamaan oppimispelejä ja jättämään ennakoluulot taakseen? Miten ja minkälaisilla kuvituksilla pystytään helpottamaan oppimista?

## Lähteet

- [1] *One-Way Analysis of Variance for Independent or Correlated Samples*, 2016. <http://vassarstats.net/anova1u.html>.
- [2] C. D. Hundhausen, S. A. Douglas ja Stasko, J. T.: *A Meta-Study of Algorithm Visualization Effectiveness*. Journal of Visual Languages and Computing, 13(3):259–290, 2002.
- [3] Chen, Howard Hao Jan ja Yang, Christine: *Investigating the Effects of an Adventure Video Game on Foreign Language Learning*. Teoksessa *Proceedings of the 6th International Conference on E-learning and Games, Edutainment Technologies*, Edutainment'11, sivut 168–175, Berlin, Heidelberg, 2011. Springer-Verlag, ISBN 978-3-642-23455-2. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2040452.2040490>.
- [4] Csikszentmihalyi, Mihaly: *Beyond Boredom and Anxiety: Experiencing Flow in Work and Play*. Jossey-Bass, 1975, ISBN 0-87589-261-2.
- [5] Deterding, Sebastian, Dixon, Dan, Khaled, Rilla ja Nacke, Lennart: *From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification"*. Teoksessa *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, MindTrek '11, sivut 9–15, New York, NY, USA, 2011. ACM, ISBN 978-1-4503-0816-8. <http://doi.acm.org/10.1145/2181037.2181040>.
- [6] Deterding, Sebastian, Dixon, Dan, Khaled, Rilla ja Nacke, Lennart: *From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification"*. Teoksessa *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, MindTrek '11, sivut 9–15, New York, NY, USA, 2011. ACM, ISBN 978-1-4503-0816-8. <http://doi.acm.org/10.1145/2181037.2181040>.

- [7] Dormann, Claire ja Biddle, Robert: *Understanding Game Design for Affective Learning*. Teoksessa *Proceedings of the 2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share*, Future Play '08, sivut 41–48, New York, NY, USA, 2008. ACM, ISBN 978-1-60558-218-4. <http://doi.acm.org/10.1145/1496984.1496992>.
- [8] Doucet, Lars ja Srinivasan, Vinod: *Designing Entertaining Educational Games Using Procedural Rhetoric: A Case Study*. Teoksessa *Proceedings of the 5th ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games*, Sandbox '10, sivut 5–10, New York, NY, USA, 2010. ACM, ISBN 978-1-4503-0097-1. <http://doi.acm.org/10.1145/1836135.1836136>.
- [9] E. Um, J. L. Plass, E. O. Hayward B. D. Homer: *Emotional design in multimedia learning*. *Journal of Educational Psychology*, 104:485–498, 2012.
- [10] Egenfeldt-Nielsen, Simon: *What Makes a Good Learning Game?: Going Beyond Edutainment*. *eLearn*, 2011(2), helmikuu 2011, ISSN 1535-394X. <http://doi.acm.org/10.1145/1943208.1943210>.
- [11] El-Nasr, Magy Seif ja Smith, Brian K.: *Learning Through Game Modding*. *Comput. Entertain.*, 4(1), tammikuu 2006, ISSN 1544-3574. <http://doi.acm.org/10.1145/1111293.1111301>.
- [12] Fowler, Allan: *Measuring Learning and Fun in Video Games for Young Children: A Proposed Method*. Teoksessa *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*, IDC '13, sivut 639–642, New York, NY, USA, 2013. ACM, ISBN 978-1-4503-1918-8. <http://doi.acm.org/10.1145/2485760.2485879>.
- [13] Gotterbarn, Don: *Serious Games: Learning Why Professionalism Matters Can Be Fun*. *ACM Inroads*, 4(2):26–28, kesäkuu 2013, ISSN 2153-2184. <http://doi.acm.org/10.1145/2465085.2465091>.

- [14] Haaranen, Lassi, Ihantola, Petri, Sorva, Juha ja Vihavainen, Arto: *In Search of the Emotional Design Effect in Programming*. Teoksessa *Proceedings of the 37th International Conference on Software Engineering - Volume 2*, ICSE '15, sivut 428–434, Piscataway, NJ, USA, 2015. IEEE Press. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2819009.2819076>.
- [15] Iacovides, Ioanna: *Exploring the Link Between Player Involvement and Learning Within Digital Games*. Teoksessa *Proceedings of the 23rd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Celebrating People and Technology*, BCS-HCI '09, sivut 29–34, Swinton, UK, UK, 2009. British Computer Society. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1671011.1671015>.
- [16] Isbister, Katherine, Flanagan, Mary ja Hash, Chelsea: *Designing Games for Learning: Insights from Conversations with Designers*. Teoksessa *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '10, sivut 2041–2044, New York, NY, USA, 2010. ACM, ISBN 978-1-60558-929-9. <http://doi.acm.org/10.1145/1753326.1753637>.
- [17] Kalyuga, S., Chandler P. Sweller J.: *Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction*. *Applied Cognitive Psychology*, 13:351–371, 1999.
- [18] Kalyuga, S., Chandler P. Sweller J.: *Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction*. *Journal of Educational Psychology*, 92:126–136, 2000.
- [19] Kapp, Karl M.: *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeiffer, 2012, ISBN 1118096347.

- [20] Linehan, Conor, Kirman, Ben, Lawson, Shaun ja Chan, Gail: *Practical, Appropriate, Empirically-validated Guidelines for Designing Educational Games*. Teoksessa *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '11, sivut 1979–1988, New York, NY, USA, 2011. ACM, ISBN 978-1-4503-0228-9. <http://doi.acm.org/10.1145/1978942.1979229>.
- [21] Luo, Xiangfeng, Wei, Xiao ja Zhang, Jun: *Game-based Learning Model Using Fuzzy Cognitive Map*. Teoksessa *Proceedings of the First ACM International Workshop on Multimedia Technologies for Distance Learning*, MTDL '09, sivut 67–76, New York, NY, USA, 2009. ACM, ISBN 978-1-60558-757-8. <http://doi.acm.org/10.1145/1631111.1631123>.
- [22] Matthews, Reginamary, Hin, Hew Soon ja Choo, Koo Ah: *Multimedia Learning Object to Build Cognitive Understanding in Learning Introductory Programming*. Teoksessa *Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia*, MoMM '09, sivut 396–400, New York, NY, USA, 2009. ACM, ISBN 978-1-60558-659-5. <http://doi.acm.org/10.1145/1821748.1821824>.
- [23] Mayer, R. E., Gallini J. K.: *When is an illustration worth ten thousand words?* Journal of Educational Psychology, 82:715–726, 1990.
- [24] Mayer, Richard E. ja Alexander, Dr. Patricia A.: *Handbook of Research on Learning and Instruction*. Routledge, 2010, ISBN 978-0415804615.
- [25] Mitamura, Tamotsu, Yasuhiro Suzuki Takahumi Oohori: *Serious games for learning programming languages*. Learning and Instruction, 2012.
- [26] Mitsuhara, Hiroyuki, Kanenishi, Kazuhide ja Yano, Yoneo: *What if Children Learn Phenomena of Light Through Real World Edutainment?* Teoksessa *Proceedings of the 7th International Conference on Advances*

- in Computer Entertainment Technology*, ACE '10, sivut 11–14, New York, NY, USA, 2010. ACM, ISBN 978-1-60558-863-6. <http://doi.acm.org/10.1145/1971630.1971634>.
- [27] Moser, Robert: *A Fantasy Adventure Game As a Learning Environment: Why Learning to Program is So Difficult and What Can Be Done About It*. Teoksessa *Proceedings of the 2Nd Conference on Integrating Technology into Computer Science Education*, ITiCSE '97, sivut 114–116, New York, NY, USA, 1997. ACM, ISBN 0-89791-923-8. <http://doi.acm.org/10.1145/268819.268853>.
- [28] Myller, Niko, Laakso, Mikko ja Korhonen, Ari: *Analyzing Engagement Taxonomy in Collaborative Algorithm Visualization*. SIGCSE Bull., 39(3):251–255, kesäkuu 2007, ISSN 0097-8418. <http://doi.acm.org/10.1145/1269900.1268857>.
- [29] P. Mulholland, M. Eisenstadt: *Using Software to Teach Programming: Past, Present and Future*. Stasko et al., sivut 399–408, 1998.
- [30] Phunsa, Suwichai ja Tirakoat, Suwich: *A Case Study of Developing Game Edutainment: "Addictive Danger"*. Teoksessa *Proceedings of the 3rd International Conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts*, DIMEA '08, sivut 58–61, New York, NY, USA, 2008. ACM, ISBN 978-1-60558-248-1. <http://doi.acm.org/10.1145/1413634.1413650>.
- [31] Prayaga, Lakshmi: *Game Technology As a Tool to Actively Engage K-12 Students in the Act of Learning*. Teoksessa *Proceedings of the 6th Conference on Information Technology Education*, SIGITE '05, sivut 307–310, New York, NY, USA, 2005. ACM, ISBN 1-59593-252-6. <http://doi.acm.org/10.1145/1095714.1095785>.

- [32] R. E. Mayer, G. Estrella: *Benefits of emotional design in multimedia instruction*. Learning and Instruction, 33:12–18, 2014.
- [33] Sajaniemi, Jorma: *Visualizing Roles of Variables to Novice Programmers*. PPIG, kesäkuu 2002.
- [34] Sajaniemi, Jorma, Byckling, Pauli ja Gerdt, Petri: *Metaphor-based Animation of OO Programs*. Teoksessa *Proceedings of the 2006 ACM Symposium on Software Visualization*, SoftVis '06, sivut 173–174, New York, NY, USA, 2006. ACM, ISBN 1-59593-464-2. <http://doi.acm.org/10.1145/1148493.1148530>.
- [35] Sancho, Pilar, Gómez-Martín, Pedro Pablo ja Fernández-Manjón, Baltasar: *Multiplayer Role Games Applied to Problem Based Learning*. Teoksessa *Proceedings of the 3rd International Conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts*, DIMEA '08, sivut 69–76, New York, NY, USA, 2008. ACM, ISBN 978-1-60558-248-1. <http://doi.acm.org/10.1145/1413634.1413652>.
- [36] Schmitz, Birgit, Czauderna, André, Klemke, Roland ja Specht, Marcus: *Game Based Learning for Computer Science Education*. Teoksessa *Computer Science Education Research Conference*, CSERC '11, sivut 81–86, Open Univ., Heerlen, The Netherlands, The Netherlands, 2011. Open Universiteit, Heerlen, ISBN 978 90 358 1987 0. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2043594.2043601>.
- [37] Shih, Ju Ling, Chuang, Chien Wen, Tseng, Jia Jiun ja Shih, Bai Jiun: *Designing a Role-Play Game for Learning Taiwan History and Geography*. Teoksessa *Proceedings of the 2010 Third IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning*, DIGITEL '10, sivut 54–60, Washington, DC, USA, 2010. IEEE Com-

puter Society, ISBN 978-0-7695-3993-5. <http://dx.doi.org/10.1109/DIGITEL.2010.27>.

- [38] Shih, Ru Chu, Papa, Charles, Hsin, Tien Hsin ja Lou, Shi Jer: *The Attributes and Importance of Online Game with Language Learning for College English-majored Students*. Teoksessa *Proceedings of the 6th International Conference on E-learning and Games, Edutainment Technologies*, Edutainment'11, sivut 420–424, Berlin, Heidelberg, 2011. Springer-Verlag, ISBN 978-3-642-23455-2. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2040452.2040542>.
- [39] Steiner, Brittany, Kaplan, Nancy ja Moulthrop, Stuart: *When Play Works: Turning Game-playing into Learning*. Teoksessa *Proceedings of the 2006 Conference on Interaction Design and Children, IDC '06*, sivut 137–140, New York, NY, USA, 2006. ACM. <http://doi.acm.org/10.1145/1139073.1139107>.
- [40] Tan, Phit Huan, Ling, Siew Woei ja Ting, Choo Yee: *Adaptive Digital Game-based Learning Framework*. Teoksessa *Proceedings of the 2Nd International Conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts, DIMEA '07*, sivut 142–146, New York, NY, USA, 2007. ACM, ISBN 978-1-59593-708-7. <http://doi.acm.org/10.1145/1306813.1306844>.
- [41] Tashiro, Jay Shiro ja Dunlap, David: *The Impact of Realism on Learning Engagement in Educational Games*. Teoksessa *Proceedings of the 2007 Conference on Future Play, Future Play '07*, sivut 113–120, New York, NY, USA, 2007. ACM, ISBN 978-1-59593-943-2. <http://doi.acm.org/10.1145/1328202.1328223>.
- [42] Tillmann, Nikolai, De Halleux, Jonathan, Xie, Tao, Gulwani, Sumit ja Bishop, Judith: *Teaching and Learning Programming and Software*



- Engineering via Interactive Gaming*. Teoksessa *Proceedings of the 2013 International Conference on Software Engineering*, ICSE '13, sivut 1117–1126, Piscataway, NJ, USA, 2013. IEEE Press, ISBN 978-1-4673-3076-3. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2486788.2486941>.
- [43] Urquiza-Fuentes, Jaime ja Velázquez-Iturbide, J. Ángel: *Comparing the Effectiveness of Different Educational Uses of Program Animations*. Teoksessa *Proceedings of the 17th ACM Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, ITiCSE '12, sivut 174–179, New York, NY, USA, 2012. ACM, ISBN 978-1-4503-1246-2. <http://doi.acm.org/10.1145/2325296.2325340>.
- [44] Vihavainen, Arto, Airaksinen, Jonne ja Watson, Christopher: *A Systematic Review of Approaches for Teaching Introductory Programming and Their Influence on Success*. Teoksessa *Proceedings of the Tenth Annual Conference on International Computing Education Research*, ICER '14, sivut 19–26, New York, NY, USA, 2014. ACM, ISBN 978-1-4503-2755-8. <http://doi.acm.org/10.1145/2632320.2632349>.
- [45] Yue, Wong Seng ja Zin, Nor Azan Mat: *Usability Evaluation for History Educational Games*. Teoksessa *Proceedings of the 2Nd International Conference on Interaction Sciences: Information Technology, Culture and Human*, ICIS '09, sivut 1019–1025, New York, NY, USA, 2009. ACM, ISBN 978-1-60558-710-3. <http://doi.acm.org/10.1145/1655925.1656110>.